

JP2001285889

Publication Title:

REPRODUCTION OF COLOR IMAGE FOR SCENE ATTENDED WITH
PREFERRED COLOR MAPPING

Abstract:

Abstract of JP2001285889

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an enhanced image processing method that provides enhanced color reproduction. **SOLUTION:** The image processing method of this invention that automatically processes a digital color image whose pixels have digital luminance, chrominance and hue values introduced through prescribed conversion, includes a step where the pixel values are converted into luminance, chrominance and hue values, a step where the hue value is converted by consistently and smoothly moving a color toward a hue in a prescribed suitable color or apart therefrom, and a step where the hue value in a prescribed region in a color space is consistently and smoothly shifted to avoid a prescribed unpreferable color.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-285889

(P2001-285889A)

(43)公開日 平成13年10月12日(2001. 10. 12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 4 N 9/64		H 0 4 N 9/64	J
G 0 6 T 1/00	5 1 0	G 0 6 T 1/00	5 1 0
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 9/67	Z
1/46		1/40	D
9/67		1/46	Z
審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 31 頁)			

(21)出願番号 特願2001-38657(P2001-38657)

(22)出願日 平成13年2月15日(2001. 2. 15)

(31)優先権主張番号 5 0 6 7 1 2

(32)優先日 平成12年2月18日(2000. 2. 18)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

特許法第64条第2項ただし書の規定により図面第21図、
24図の一部は不掲載とした。

(71)出願人 590000846

イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ
チェスター, ステイト ストリート343

(72)発明者 ジョン ディー パー

アメリカ合衆国 ニューヨーク 14450
フェアポート マク・コード・ウッズ・ド
ライヴ 27

(72)発明者 カリン トプファー

アメリカ合衆国 ニューヨーク 14608
ロチェスター コーンヒル・プレイス 22

(74)代理人 100070150

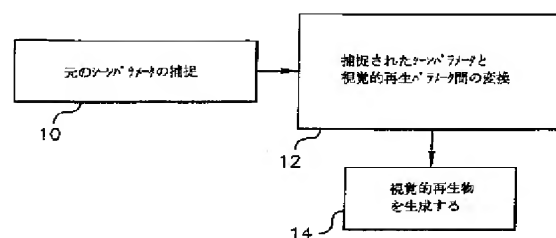
弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

(54)【発明の名称】 好まれるカラーマッピングを伴うシーンのカラー画像再生

(57)【要約】

【課題】 本発明の目的は、改善された色再生を生成する改善された画像処理法を提供することである。

【解決手段】 デジタル輝度、クロマ及び、色相値が所定の変換に従って導れる、画素値を有するデジタルカラー画像を自動的に処理する方法であって、画素値を輝度、クロマ及色相値に変換するステップと、所定の好適な色の色相に向かって又は離れるように、一貫して且つ滑らかに移動することにより色相値を変換するステップと、且つ、所定の好ましくない色を避けるために、色空間の所定の領域内の色相値を一貫して且つ滑らかにシフトするステップを有する方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル輝度、クロマ及び、色相値を導くことができる画素値を有するデジタルカラー画像を処理するための変換を構成する方法であって、

- a) デジタル色相値が変換される色空間の1つ又はそれ以上の領域を規定するステップと、
- b) 好まれるデジタル色相値が定義される色空間の各規定された領域内で1つ又はそれ以上のテスト色を選択するステップと、
- c) テスト色に対する元のデジタル色相値を導くステップと、
- d) テスト色に対して好まれるデジタル色相値を決定するステップと、
- e) 一貫して且つ滑らかに、好まれるデジタル色相値に向かって又は離れるように、前記値を移動するように、元のデジタル色相値を変更する変換を構成するステップとを有する方法。

【請求項2】 変換をデジタルカラー画像に適用するステップをさらに有する請求項1記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル画像処理に関し、特に、シーンの目に見えるカラー再生物を生成するデジタル画像を自動的な処理に関する。特に、本発明は、好まれるカラー再生を有するシーンの目に見えるカラー再生物に関する。

【0002】

【従来の技術】既知のカラー画像の再生法とシステムは、画像受容媒体上に画像を捕捉し、アナログ又は、デジタル形式で蓄積され、そして、目に見える再生物として出力される。例えば、カラー画像は、写真ネガティブフィルム上に捕捉されそして写真紙上に光学的に再生される。画像は、ポジティブ写真媒体上にも捕捉され、そして直接見られ、又は、他の透明又は反射媒体上に複写される。更に、カラーネガティブフィルム、透明フィルム又は、反射プリントはデジタル画像システムに入力するために走査される。続いて、意図する出力装置と媒体に対して最良の可能な再生をするために、デジタルカラー及び階調操作がデジタル画像要素（画素）値に与えられ得る。そして、モニタ上で見られ、ハロゲン化銀写真紙又は、インクジェット、色素昇華物又は、電子写真プリンタを使用する他の反射媒体上に印刷される。デジタル画像は、定義された色空間内でも符号化されそして、例えば、コダックフォトCD、コダックピクチャディスク又はCDのような種々の媒体上に、将来の処理に関するこの連続内のどの点においても、蓄積され得る。他の場合には、カラー画像は、ビデオ又は静止CCDカメラのような電子装置により捕捉されそして、モニタで見られ又は、インクジェット又は色素昇華物感熱プリンタを使用して印刷され得る。

【0003】前述の各場合には、これらのシステムは顧客満足度を受け、そして、デジタル階調再生操作又はカラー向上の幾つかの形式を実現するか又は実現しない。上述のこのシステムは、カラー画像再生システムの単に例である。

【0004】原シーンの最も良い再生は、シーンの表色の1:1のマッピングではないことが従来技術より既知である。例えば、輝度とクロマ値の正しいスケールリングは、原シーンと再生物の観測条件に依存する。説明の目的のために、観測条件は、シーン又は再生物の全体的な輝度レベル、周囲の相対的な明るさ、観測者の色彩の適応の状態、及び、迷光（フレア）の存在の量として定義される。等価な色が再生物として定義され、その中で、色度、相対輝度及び、絶対輝度は、画像観測条件下で見られたときには、原シーンと同じ外観を有する。この種の一致は、顕色モデルにより取り組まれる。等価な色の再生は高品質画像を生じることが議論されてきた。

【0005】等価な再生を超えて画像を向上することができる色再現の他の形式がある。好適な色再生は、観測者に更に望まれる結果を与えるために、元の外観との外観の等しさから、白色と絶対的又は相対的にずれている再生物として定義される。ある好適な色向上は、記憶色の概念に基づいている。例えば、肌色、葉や青空のような特定の色の我々の記憶は、実際の色から偏差する。記憶色はしばしば異なるヒュー（色相）を有し、そして、実際の色と比較して色差に富んでいる。観測者は実際の色よりも、記憶色に近い再生物の方を好むというのは明らかである。数人の研究者は、制御された精神物理学実験でこれらの色に対する最適な位置を得ようとした。しかし、結果は互いに矛盾し、そして、大きな色の全領域を有するシステムが利用できるようになるにつれて、色の好みは何度も変わり得ることが示された。記憶色の概念はシステムの色的再生システムの設計に組み込まれねばならない。

【0006】色相再生と記憶色の重要性を含む好適な色再生の原理は近年Huntにより、一般的な方法で要約され（R. W. G. Hunt, "How to Make Pictures and Please People（どのように画像を作り人々を喜ばせるか）、第7回カラー画像コンファレンス、IS&T、バージニア、スプリングフィールド、1999年）たが、しかし、これらの原理にしたがってどのように画像を作るかについては明らかでない。我々の経験は、従来のハロゲン化銀フィルム／紙システムを使用する好適な色再生の全ての原理を実現する画像を生成することは不可能であることを示す。

【0007】現在の光及びデジタル現像システムは、輝度とクロマの関数として変化する再生された色相を生じ、従っていくらか不自然な外観の再生物を与える。図

1は、CIE LAB a^*/b^* プロットに関する現行の民生用カラーネガティブ/ポジティブシステムの、色相再生能力を示す。開示目的のために、CIE 1976 a , b クロマ, C^*_{ab} は、元の色位置に維持される。矢印の尾部は、元の色を示し、一方矢印（シンボル）の頭部は、再生された色を示す。この図では、一定のCIE 1976 a , b 色相角, h_{ab} は、原点 ($a^* = 0$, $b^* = 0$) から生じる線に沿って落ちる。横座標は、およそ緑-赤軸に対応し、一方縦座標は青-黄色軸を表す。一定のCIE 1976 a , b クロマは、原点の周りの同心円により表される。図1は、同様な元の色相角の色の色相は、反対方向に変化しうることを示す。更に、飽和した（高クロマ）色の色相角誤差は、しばしば非常に大きいので、再生された色は色名境界を交差し得る。図1は例えば、飽和した緑は黄色として再生されうることを暗示する。

【0008】写真再生の中で観測者の満足のための最も重要な基準は、元のシーン中の色刺激と再生物の色刺激と間の対応があることである。観測者は、一般的には、良い肌色階調を維持しながら、望ましい階調再生、望ましい色相、及び、色彩に富むと共に高品質画像を好むことを発見する。技術の進歩が、何年にも渡り、スペクトル感度の改良をすることにより写真フィルムで、更なる化学的な向上を統合し、紙のコントラストを向上することによる写真紙で、及び、フィルムと紙のスペクトル感度と色素を共に最適化することにより全体システムで成されてきた。色再生物を作る幾つかの現行の方法は、非常に明るい色を生じそして、合理的な肌色階調の再生を与えるが、しかし、色の向上が採用され得る範囲の制限がある。従来のハロゲン化銀写真システムは、化学的に現像可能な材料の上の1つの化学的に現像された材料に光学的に印刷することによりなされた制限を受ける。この結果、一般的には、観測者により最も好まれるようにはシーンを再生しない事がわかった。

【0009】色改善は別として、画像再生物の品質も、画像を構成する濃度変化を生成するために採用されている階調度又は階調マッピングにより影響も受ける。一般的に、Buhr他により1994年4月5日に発行された、発明の名称"Color Image Reproduction of Scenes with Preferential Tone Mapping (選択的な階調マッピングを伴うシーンのカラー画像再生)"の米国特許5,300,381に記載されているような、選択的な階調度又はマッピングの仕様は、以前に得られるものよりも好ましいもとのシーンの再生であると観測者に知覚される再生画像を提供するのに使用できる。Buhr他は、1996年6月18日に発行された、発明の名称"Color Image Reproduction of Scenes with Color Enhancement and Preferential Tone Mapping (色改善と選択的な階調マッピングを伴うシーンのカラー画像再生)"の米国特許5,528,339に記載されているような、高い色飽和と結合した望まれる肌色階調を生成する問題の解決をも提供する。

ential Tone Mapping (色改善と選択的な階調マッピングを伴うシーンのカラー画像再生)"の米国特許5,528,339に記載されているような、高い色飽和と結合した望まれる肌色階調を生成する問題の解決をも提供する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】階調マッピングと色改善の、以前の改善は、ある程度のカラー画像の好ましい再生を提供するが、しかし、階調マッピング単独の使用は、特に色相再生に関しては、観測者により望まれている完全な程度の改善を可能としない。近年、デジタル印刷（例えば、米国富士フィルム社から出されているデジタルミニラボフロンティア350）と、（例えば、Agfa A. G. による、

【0011】

【外1】

Agfa MSP DIMAX®

プリンター) デジタル的に変更された光学的な印刷現像システムが紹介されている。これらのシステムは、階調再生は改善されているが、しかし、色再生の改善は少ない。更に、好適な目に見える再生は通常は、最も表色的に正確な表現には対応しないということを完全には正しく認識されていない。従って、改善された色再生を生成する改善された画像処理法が必要である。

【0012】

【課題を解決するための手段】改善された色再生の要求は、本発明に従って、デジタル輝度、クロマ及び、色相値が所定の変換に従って導れる、画素値を有するデジタルカラー画像を自動的に処理する方法であって、画素値を輝度、クロマ及色相値に変換するステップと、所定の好適な色の色相に向かって又は離れるように、一貫して且つ滑らかに移動することにより色相値を変換するステップと、且つ、所定の好ましくない色を避けるために、色空間の所定の領域内の色相値を一貫して且つ滑らかにシフトするステップを有する方法により達成される。

【0013】本発明に従った方法は、現在の色再生システムにより生成されるよりも観測者に好まれるという優位点がある。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明は、原シーン内の色をシーンの再生物内の色にマッピングし、その結果、観測者に特に好まれるシーンの表現が得られる、手順を提供する。シーンの表現は、色空間の異なる領域の独立した制御を介して形成される。本発明は、現在の光学的及びデジタル現像、焼付けで達成されたいよりも高い色と階調品質の画像を生成する方法を提供する。この品質は、異なる入力源（カラーネガティブフィルム、特に走査に対して設計されたスライド、ハロゲン化銀フィルム、デジタルカメラ等）から、シーン階調を正確にあ

らわし、そして、続いて好適な色変換を与える、共通の良く定義された大きな色の全領域 (gamut) 表色空間へ、画像をマッピングすることにより達成される。これらの変換は、出力装置及び／又媒体へ送られる画像を得るために、これらの装置と媒体の色変更特性が既知であるとして、好ましい色相変換、クロマブースト及び、階調操作を含む。米国特許番号 5, 528, 339 の色改善の前述の方法と比べて、クロマを精密に調整する改善と好まれる色相回転により色品質の更なる改善が達成できる。これらの好みが各顧客毎に特化されても、高度の顧客満足度が達成される。観測者は、幾つかの色を除いた大部分の色の色相の正確な表現を好み、実際の色相とは僅かに異なる表現が好まれることが分かった。更に、現像焼付けで共通に出くわす変化性に関してシステムのロバストネスを向上するために幾つかの色に対して、小さな色相回転が採用できる。

【0015】再生物は本発明で説明されるように変更され、即ち、本発明で記載されるように色相がそして、好まれる肌色階調を維持しながら色飽和の改善を行うとともに、観測者の好む画像を提供する。本発明は、シーンの表色と、現在利用できる色再生物を超える観測者が好む画像を再生する再生された画像の表色間の関係を説明する。シーンの表色は、所定の光源下でのシーンの色のついた物体の CIE 三刺激値、XYZ、として定義され、CIE 1931 標準表色観測者の等色関数に従って計算される。再生画像の表色は、CIE 1931 標準表色観測者の等色関数に従って計算される所定の光源下でのハードコピー又はソフトウェアコピー内の再生物体の CIE 三刺激値、XYZ を参照する。本発明の説明のために、シーンと再生光源は CIE 標準光源 D50 に選ばれる。シーンの符号化と表色の再生は、即ち、色上方の数値使用は、CIE XYZ 値に制限されない。色の実際の面の CIE XYZ 値の間のどのような逆転可能な変換及び、例えば、CIE LAB, CIE LUV、CIE 1931 標準表色観測者の等色関数の線形結合の三刺激値、三刺激値の比線形符号化メトリックのような、他の色符号化メトリックも使用できる。本発明の説明の目的のために、シーンと再生された表色は CIE 1976 CIE LAB 値について表される。本発明の枠組み内で、この選択は、色の測定法と、符号化された色の値の平均を決定する信号処理変換も定義する。

【0016】我々は、現行入手できるどの現像焼付けシステムよりも更にきちんと再生された画像内の色相を制御する方法を見つけた。色空間の特定の領域内の指定された色相シフトに加えて、以下に述べるように、この方法は、輝度とクロマが変化するにつれて好ましい品質の画像を生じる色相も維持する。

【0017】本発明の色相と色の改善要求及び、好ましい階調マッピングと前述の色飽和改善の両方に合う視覚的再生を生成することにより、予想していなかった優位

点が得られる。このように、本発明の方法を使用して、カラー画像システムは、審美的に喜ばれるのみで無く、元の又は画像を再生するために選択された媒体に関わらず、どのような媒体又は装置を使用しても、どのような画像でも適切に表現された再生物を生成できる。

【0018】Burr 他により米国特許番号 5, 528, 339 で開示されたコントラストと飽和の改善のための方法も、個々の顧客の色の嗜好の差の要求を満たすために、本発明に従って、画像処理のカスタム化が可能である。いくらかの観測者は、一般的には、低コントラスト及び／又は豊富な色彩を好み、一方、他のものは一般的には、これらのパラメータをより高く設定することを好むことが分かった。

【0019】改善された好ましい色再生の我々の方法は、捕捉された画像が元のシーンの十分に正確な再形成である限り、フィルム捕捉から又は電子的捕捉装置により生成された、どのようなデジタル中間的な画像へ適用できる。デジタル現像、焼付けシステムでは、シーンの表色の再形成のステップは、画像捕捉装置の露光制御の誤差及び光源の色温度の変化による、全体的な露光と色バランスの変化を補正する好適なアルゴリズムを有してもよい。

【0020】図2を参照すると、デジタル画像再生の全体的な処理は、3つの基本的ステップを有する。第1に、元のシーンパラメータは、例えば、従来のハロゲン化銀写真又は、電子写真により捕捉される(10)。次に、シーンパラメータは、単一又は多次元ルックアップテーブルとマトリクス変換をのような処理を使用して、視覚的再生パラメータへ変換(12)される。最後に、例えば、カラーモニタ上のようなソフトウェア表示に画像を表示することにより又は、カラープリンタのようなハードコピー出力装置により、処理された画像の視覚的表現が生成される(14)。これらのステップは、以下に詳細に説明する。本発明は、シーンパラメータを視覚的再生パラメータに変換する第2のステップにある。

【0021】図2のステップ12を参照すると、本発明に記載された、輝度、色相及びクロマ操作のような色の向上が適用される。このステップは、再生の全体的な品質を改善する他のデジタル画像処理アルゴリズムとともに使用され得る。アルゴリズムは、画像に特定でも特定で無くとも良い。例は、意図する出力媒体及び／又装置のダイナミックレンジに一致するようなシーンダイナミックレンジの調整、デジタルノイズリダクション、シャープ化アルゴリズム及び、赤目除去を含む。これらのアルゴリズムは、全体的な処理シーケンスの中の好適な位置即ち、好ましい色操作前、一部として又は、後に適用され得る。

【0022】本発明は、シーンと、観測者により好まれる画像を再生する再生される表色間のマッピングを規定するが、これらの色改善はどのような適するデータメ

リック間のマッピングとして実行できる。例は、RGB及びCMY装置色符号化、シーンと再生CIELAB又はCIELUV値、線形シーンRGB色符号化を含む。画像処理シーケンスは、所定の画像応答を維持するために出力装置の全領域(gamut)を考慮して、どのようなスカラマトリクス、多項式又は、1次又は多次元ルックアップテーブルのシーケンスによっても構成できる。これらの動作は連結されたICC(国際カラーコンソーシアム)プロファイルの連続により行うこともできる。Newman他による、1993年5月4日に発行された、発明の名称"Method and Apparatus for Storing and Communicating a Transform Definition which Includes Sample Values Representing an Input/Output Relation of an Image Transformation(画像変換の入力/出力関係を表すサンプル値を含む変換定義を蓄積し且つ通信するための方法及び装置)"の米国特許番号5,208,911を参照する。

【0023】図2のステップ14を参照すると、改善されたデジタル画像システムは、容易く、ステップ12に関する上述の向上を統合することができ、従って、ネガティブ又はポジティブフィルムに捕捉された画像はビデオモニタに示され又は、ネガティブ又はポジティブ写真紙に印刷される。更に一般的な場合には、シーンは写真、電子写真、インクジェット又は、感熱色素転写又は、同様な処理のような印刷処理を含む手段を含む手段により反射プリントとして、又は、ポジティブスライド、又は、CRT画像又は、他の従来技術で既知な手段のような自己照明画像として、再生され得る。

【0024】ハードコピー又はソフトコピーの形式の再生を行うこの最終ステップでは、再生物の所望の表色値が装置コード値に変換される。これは、意図する出力装置に関するICCプロファイルを発生することにより達成できる。出力装置の色の全領域が、意図する再生の全領域と一致しない場合には、好適な全領域アルゴリズムがシーケンスに統合される。標準的な較正手順に加えて、蓄積された画像とその元の捕捉媒体に関して、元の画像の好まれる再生を作成するために装置に調整は要求されない。

【0025】処理シーケンスのどの点においても、デジタル化された画像は後の表示又は、再生のために蓄積もされ、又は、ネットワークを介して伝送される。ネットワークを介した印刷の例は、ニューヨーク、ロチェスターのイーストマンコダック社により提供される、コダックフォトネットオンラインサービスがある。

【0026】図3は、デジタル現像、焼付けシステム内で操作され再生されるカラーネガティブフィルムに捕捉された画像を処理するための方法の更に詳細な説明を

示す。カラーフィルムは露光されそして、処理される(16)。画像は操作によりデジタル化される(18)。デジタル画像は、蓄積され(20)又は、所望の視覚的再生パラメータを生成するためにすぐに処理され(22)る。再生パラメータは、将来の使用のためにアーカイブされ(24)又は、反射プリント28を生成するために電子的印刷装置で印刷する(26)ことによりすぐに表示される。

【0027】図4は、デジタル現像、焼付けシステムで再生されるデジタルカメラからの画像を処理する例を示す。デジタル画像は捕捉され(30)、そして、捕捉されたシーンパラメータはPCMCIAカードのような蓄積装置に蓄積される(32)。シーンパラメータは、PCMCIAカードから読み出され(34)そして、所望の視覚的パラメータを生成するために処理(36)される。画像は、反射プリント40を生成するために電子的印刷装置で印刷される(38)ことにより表示される。

【0028】本発明の改善されたデジタルカラー画像システムは、好まれる色相、高い飽和色及び、観測者は、元のシーンの好ましい再生として知覚する、好まれる肌色階調再生を有する画像を生成する能力がある。本発明の3つの要素即ち、元のシーンのパラメータの捕捉(10)、色と階調の改善(12)及び、結果の画像の再生(14)を以下に詳細に説明する。図2では、後続の好ましい色と階調の操作のための正しい目的値を発生するために、ステップ(10)は本発明の枠組み内で必要である。元のシーンパラメータの捕捉は、シーンを含む色三刺激値を検知できる光検知要素又は、センサーにより成され、その相対対数輝度を量的に決定する。このセンサーは、典型的には、光への露光を制御する装置又は、カメラに含まれる。カメラとセンサーの例は、制限はされないが、写真媒体を使用するカメラと、CCD(電荷結合素子)、フォトダイオード又は、CMOSセンサーを含む。カメラとセンサーは、適する物理的な寸法を有する。

【0029】シーン捕捉は、以下に述べるように色再現能力に対する特定の要求を満たすように、全ての現在の又は将来出現するであろう利用できるハロゲン化銀感光材料を使用して達成される。例は、透明フィルム、半反射フィルム及び、ポジティブ及びネガティブの両方で働く、反射紙を含む。フィルムは、アドバンスドフォトグラフィックシステム(APS)により実現されているような、磁気又は、電気的要素のような非光学的な材料を含んでも良い。フィルムは、特に操作アプリケーションに関して設計されても良い。光学的な表現は、2次元又は、3次元及び、静止又は、移動しているシーンのいずれかでも良い。写真に関する従来の典型的な実施例は、光学的濃度が変化するものとシーンの表現を生じるコダックFlexicolor™C-41化学的現像

が続く、カラーネガティブフィルムを露光する35mm単一レンズ反射カメラの使用である。

【0030】上述のような写真材料上のシーンパラメータの捕捉は、原シーンパラメータの電子的表現は、非電子的表現を変換することにより形成できる。光学的走査は変換操作の例である。走査は、マイクロ濃度計、線形CCDアレイ、又は、同様な装置により達成できる。例えば、露光され処理されたカラーネガティブフィルムは、光学的にマイクロ濃度計を使用して読まれ、そして、ディジタル化された画像を生じる。どのような光学的な表現も、変換ステップが、量的な方法で行われる限り、原シーンパラメータの受け入れられる中間的な表現を生成するために幾つかの方法で変換できる。2次元及び、3次元の光学的な表現の走査は、点、ライン又は、領域を走査する装置で、透過又は、反射により行われ得る。マイクロ濃度計は、一般的には、3つのカラーフィルターと共に点毎に(画素ごとに)フィルムサンプルの透過又は、紙サンプルの反射を測定するために小さな照明スポットを使用する。走査処理は一般的には、シーン及び、光学的な表現を完全に測定するために規則的なパターンに従う。マイクロ濃度計又は、CCDスキャナにより測定された電子的信号は、通常は、アナログ信号である。望ましくは、初期のアナログ信号は走査装置の統合された動作として又は、走査動作に続くステップで、ディジタル化される。走査が早いので、光学的表現から変換を行うのはCCDスキャナが最も便利である。CCDスキャナは、同時に画素の線を走査でき又は、2次元CCDセンサーで全体の画像領域が走査できる。CCD走査の好適な実施例は、コダックCLASディジタルフィルムスキャナHR200である。

【0031】シーンは、固体センサー、光マルチプライア管、蓄積蛍光体、又は、同じ機能の他の材料であろう1つ又はそれ以上の光検知要素を有する電子的カメラでも捕捉できる。電子的カメラは、1つ又はそれ以上のセンサー内に画像要素(画素)の規則的なアレイを使用して、原シーンパラメータを捕捉する。固体センサーは、典型的には光キャパシタ(フルフレームセンサー)、フォトダイオード(インターラインセンサー)又は、CMOSセンサーであるCCDを含む。電子的カメラは典型的には、シーンをセンサー上に焦点を合わせ且つセンサーの露光レベルと継続時間を制御するレンズ要素とシャッターよりなる。カメラは、静止画か動画の2次元又は、3次元画像をアナログ又はディジタルモードで捕捉する。この種のカメラは原シーンの色刺激を検知し、そして、それらを信号蓄積に適切な形式に変換する。信号は、磁氣的、光学的、電子的、化学的又は、生物学的にカメラそれ自身又は、関連する装置で蓄積される。電子的捕捉の好適な実施例は、コダックDCS電子カメラであり、シーンを固体のフルフレーム光キャパシタCCDセンサーで捕捉し、そして、画像をRAMにバッファ

し、そして、画像をPCMCIA(パーソナルコンピュータメモリカードインターナショナルアソシエーション)カードに蓄積する。RAM内の画像データは伝送され、そして磁気テープ、光ディスク、磁気ディスク、光磁気ディスク等の種々の媒体に蓄積されうる。

【0032】シーンパラメータの蓄積は、例えば、磁気、光、光磁気、RAM、生物的、固体又は、永久に又は、半永久的に取りだしできるように情報を記録する他の材料のような種々の方法で達成され得る。好適な蓄積媒体と装置の例は、コンピュータハードディスク、フロッピー(登録商標)ディスク、コダックフォトCDTM、コダックピクチャCDのような書きこみ可能な光ディスク、コダックピクチャディスク及び、フラッシュEEPROM(消去可能な電子的にプログラム可能な読み出し専用メモリ)PCMCIAカードを含む。

【0033】アナログ又は、ディジタル形式でのシーンパラメータの蓄積は、蓄積フォーマットの使用が必要である。このフォーマットは、どのように画像が蓄積されるかを規定し、そして、それは装置に依存する。例えば、画像は、フラッシュEEPROMにJPEG(ジョイントフォトグラフィックイクイップメントグループ)に従って、又は、コダックフォトCDディスク(光ストレージ)にフォトCDフォーマットに従って、又は、sRGBフォーマット(コダックピクチャCD)又は、FlashPixフォーマット(コダックDC260カメラ)で蓄積され得る。このフォーマットは、書きこみ及び読み出し動作により、蓄積されたシーンパラメータを正確に取り出すために知らねばならない。ディジタルフォーマットिंगの好適な実施例は、イーストマンコダック社の光フォトCDディスクである。

【0034】一般的には、画像記録媒体と装置及び走査装置は、人間の観測者が知覚するにはシーンパラメータを直接的には記録しない。しかし、すべてのこれらの媒体と装置は、スペクトル応答関数により、シーンの強度比を装置コード値にマップする関数により、及び、少なくとも3つのカラーチャンネル間のクロストークを特徴付ける多次元関数又はマトリクスにより特徴付けられる。従って、もとのシーンパラメータを得ることは、これらの関数の逆へ変換を行うことを含む。この動作の目的は、特定の入力装置及び/又は媒体に独立に捕捉されたシーンパラメータを作ることである。結果の画素値は、シーンの表色の推定値を表す。これを達し得る好適な方法は、Giorgianni他による、1993年11月30日に発行された名称”後続の画像アプリケーションに対して媒体の両立性を達成する画像データメトリクスを形成する方法及び関連する装置(Method and Associated Apparatus for Forming Image Data Metrics which Achieve Media Compatibility for Subseq

uent Image Application)”の米国特許番号5, 267, 030に記載されている。Giorgianni他によると、フィルム走査で形成されたデジタル画像は、数学的変換で、装置に独立する色と階調空間へ変換される。数学的変換が得られるデータセットは、適切なサンプルへ選択された約400のテスト色刺激のパターンでフィルムのサンプルを露光することにより生成され、そして、フィルムの使用可能な露光範囲をカバーする。基準表色画像捕捉装置又は媒体に対する、赤、緑及び青(R, G, B)の3色の露光は、標準表色計算法を使用して、テスト刺激に対して計算される。露光されたフィルムは、化学的に処理され、そして、カラーパッチが、各カラーパッチに対応する赤、緑及び、青の画像を生じる信号(R, G, B)が透過スキャナにより読まれる。そして、対応するテスト色の赤、緑及び、青の3色露光へ、フィルムのテスト色に対する赤、緑及び、青の画像を生じる信号値(R, G, B)を関連させる、変換値が形成される。この変換は、以下の手順を使用する変換を発生するのに使用された種類のフィルムを走査することにより生成されたデジタル画像値を変換するのに使用される。

【0035】1) 適切な1次元ルックアップテーブル(LUT)を使用して、入力フィルムの測定された透過率をRGB濃度に対応させる、R, G, Bの画像を生じる信号を変換する。

【0036】2) 複数の入力スキャナが使用される場合にはシステム内のスキャナ間の差を補正するために、ステップ1のRGB濃度を3×3マトリクスを使用して調整する。

【0037】3) 画像色素の望ましくない吸収により生じる画像を生じる信号の色彩の相互依存と入力フィルム内の層間化学的相互作用を除去するために、他のマトリクス又は3次元LUTを使用してステップ2のRGB濃度を調整する。

【0038】4) 入力フィルムの中性度濃度がそのフィルムの中性度露光に変換されるように適切な1次元LUTを通してステップ3のRGB濃度を個々に変換する。

【0039】5) 同じ原シーンを捕捉したならば基準画像補足装置又は媒体が受信したであろう対応するRGB露光になるように他のマトリクス動作によりステップ4のRGB露光を更に変換する。

【0040】400色よりも少ないテストパッチセットは、変換マトリクスとLUTの更に効率的な発生と資源の改善された使用を可能とするために採用できる。ある実施例では、個々のマトリクスとLUTの順次アプリケーションにより表現される数学的動作は、改善された計算速度を得てそして計算能力の要求を減少するために、数値的に連結される。

【0041】ここで説明する他の写真的又は、電子的画像取得、画像捕捉及び、画像デジタルバスを使用する

のに適切な、変換マトリクスとLUTを発生するのに、類似の手順も採用できる。

【0042】捕捉媒体又は装置のスペクトル感度がCIE 1931標準表色オブザーバ等色関数の線形結合を示さない場合には、上述の計算法により、シーンの表色は完全に再構成できないことが知られてる。従って、スペクトル感度がこの要求に近ければ、本発明の色改善は、最も好ましい画像を生じる。好適な写真要素の例は、Giorgianni他による、1996年12月10日に発行された名称”表色的に正確な記録を達成する写真要素(Photographic Elements which Achieve Colorimetrically Accurate Recording)”の米国特許番号5, 582, 961に記載されている。

【0043】最新の画像記録媒体と装置はこれらの厳しい要求を満たさない。しかし、所望のスペクトル密度から偏差するがしかし十分な表色的正確さを有するキーカラーを記録する捕捉媒体と装置は、現在のシステムで好ましい色再生を生じる。捕捉媒体と装置は、マクベスカラーチェッカーチャートの2つの肌色階調パッチのCIE 1976色差、 ΔE^*ab が4以下でありそして、マクベスカラーチェッカー色に対する平均 ΔE^*ab 値が、4を超えず、最大値が12以下であるならば、本発明により、前述したように、非常に良い色再生を生じることができる。これらの基準を満たす記録媒体と装置は、現在入手できる。実施例は、コダックジェネレーション6ゴールドフィルム、コダックアドバンティックスフィルム、コダックロイヤルゴールドフィルム、コダックデジタルカメラ、富士リアラフィルムである。

【0044】捕捉媒体又は、装置の色の精度を、以下の手順に従って、述べる。

【0045】1. マクベスカラーチェッカーの全てのパッチのスペクトル反射率Rは、スペクトル光度計又はテレスペクトル放射計を使用して測定される。

【0046】2. 捕捉媒体又は装置のスペクトル感度Sが、当業者に既知な技術を使用して測定されそして、計算される。

【0047】3. 捕捉媒体又は装置の正規化された露光 E_n は、次の式、

【0048】

【数1】

$$E_n = \frac{\int_{350}^{780} R(\lambda) I(\lambda) SS(\lambda) d\lambda}{\int_{350}^{780} I(\lambda) SS(\lambda) d\lambda}$$

に従って計算される。ここで、Iは光源のスペクトル強度分布であり、 λ はナノメートルの単位の波長である。

【0049】1. 所定の光源に対する各カラーパッチに

対するCIE XYZ値が、計算される。

【0050】2. 4のXYZ値を予測するマトリクスMが計算される。これにより、エラーは最小化される。

【0051】

【数2】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} E_{n,R} \\ E_{n,G} \\ E_{n,B} \end{bmatrix}$$

ここで、添え字R, G, Bは赤、緑及び、青の正規化された露光を示す。

【0052】図5は、民生用カラーネガティブフィルムの色の精度を示し、上述の手順により明らかにされた。矢印の尾は、元の色を示し、矢印の頭部は捕捉された色を示す。このフィルムは、上述の肌色階調パッチ42に対して最大3.9の ΔE^*_{ab} を有し、最大値8を有する平均 ΔE^*_{ab} が2.6の色の精度の要求を満たす。上述の手順が完全に行われる場合には、特定のフィルムのスペクトル感度の性質により、これらの変化はシーンパラメータのデジタル表現内に更に存在する。

【0053】シーンの表色のデジタル推定値を生じるための捕捉されたシーンパラメータの変換を達成する1次元及び多次元のLUT、マトリクス、多項式及び、スカラーの特定の組合せは、画像捕捉装置と媒体そして、ある場合には、それらを生じるスキャナに組み合わさる特定の照明の種類（光源のスペクトル分布と光検知要素の露光）に依存する。スキャナの変化性が標準構成手順により最小化されるときに、光源と照明レベルは、一般的には、写真では知られていない。追加の変化性が化学的にフィルムを処理することにより導入される。従って、追加のアナログ又はデジタル処理が、正確なカラーバランスと各画像の全体の明るさを得るために与えられなければならない。アルゴリズムは、普通は、“白バランス”、“色定常性”又は、“シーンバランス”アルゴリズムとして知られている。これらのアルゴリズムは、単一画像、幾つかの画像又は、画像の全体の組みで動作できる。適するシーンバランスアルゴリズムの例は、E. Gol1他の“現像焼きつけプリンタ応答をカスタム化するための最新の露光決定 (Modern Exposure Determination for Customizing Photofinishing Printer Response)”，1979年の、Journal of Applied Photographic Engineering、2、93に記載されている。シーンバランスアルゴリズムの更なる改善は、混合された光源の検出と主体の検出を含む。

【0054】捕捉されたシーンに応答するカメラパラメータを記述する捕捉された原シーンパラメータに関する情報は、信号処理アルゴリズムに対する有益な入力を提供する。有益な情報は、単一の又は組合せのシーン照明形式、フラッシュ出力及び/又はフラッシュは直接対象

に向けられているか又は、対象上に反射しているか及び/又は、十分なフラッシュパワーが対象、カメラレンズf絞り、カメラ露光時間、シーンの向きの適切な照明に利用できたか、のようなフラッシュパラメータを含む。フィルム上の追加の情報は、フィルムを現像するのに使用された化学プロセスの変化性を特徴付けるのに役立つ。例えば、少なくとも1つ又はそれ以上の既知の露光のグレー基準パッチは、製造中にフィルム上に露光されている。

【0055】原シーンパラメータの直接捕捉の代わりに、ある以前の時点に捕捉され且つ蓄積された原シーンパラメータの表現にアクセスすることも可能である。これらの表現は、2次元又は、3次元でもよく、そして、静止又は動画シーンでも良い。原シーンの好適な視覚的再生を発生するこの手段への唯一の要求は、原シーンパラメータと、知られているアクセスされた原シーン表現内のパラメータの関係又は、この関係についての正確な仮定をすることが可能なことである。正確なシーン表現は、直接原シーンパラメータ捕捉に関する上述の方法を使用してある点で捕捉された。

【0056】デジタル画像処理は、原シーンパラメータから好ましい視覚的表現パラメータへの変換のキーステップである。本発明は、好ましい色と階調表現を達成するのに必要な信号処理を包含する。CIE標準光源D50光源に対するCIELAB座標は、本発明の原理を説明するのに使用される。この光源は、捕捉と観測の間、観測者の適応白色と仮定される。更に、図示された例は、シーンが平均輝度値 $>1600 \text{ cd/m}^2$ で捕捉され、そして、再生は既知の目に見えるフレアの平均の周囲内で60から 160 cd/m^2 間の平均輝度値で見られるとする。これらは、戸外及び、フラッシュ写真と結果の反射プリントの、典型的な条件である。しかし、本発明は、色再生系に与えられるこれらの捕捉を観測条件には限定されない。おおよそ知覚的に均一な色空間は、変換を設計し、且つ実行するのに更に適しているが、更に、色変換が、少なくとも3つの色チャネルを伴う任意の2つの色空間の間で行われることができる。本発明でカバーするのは、原シーンの表色特性と見られる再生の関係である。

【0057】概念的には、好ましい色走査は、色相、クロマ、及び、階調度動作に分割できる。実際のデジタルシステムでは、これらの走査はn次のルックアップテーブル(n-整数 >0)、マトリクス、多項式、シフト及び、スケールファクタのシーケンスとして実行され得る。これらの走査はソフトウェア又は、ハードウェア(電子回路)で実行できる。

【0058】全ての色相操作に前もって必要なのは、観測者が原シーン内で見る色相の十分な知識である。原シーンパラメータの捕捉に専用のセクションで説明したように、多くの捕捉媒体と装置のスペクトル感度は、原シ

ーンの色の推定値を生じるのみである。この推定値に対する表色的精度の要求は、与えられる。要求は現在入手できる種々の画像記録媒体により達成される。これらの媒体と装置の幾つかは、しばしば、後続のデジタル化と画像処理と結合して、正確な色表現を有するとして記述される（例えば、1996年11月26日に、Takahashi 他に、発行された”ネガティブフィルムから対象の色をきれいに再生するための画像処理システム及び、方法 (Image Processing System and Method for Faithfully Reproducing Colors of Object from Negative Film)”の米国特許番号5,579,132を参照する）。しかし、これらの媒体から気に入る再生を得ることは、少なくとも色チャネルに与えられる階調度動作を含む。光学プリントの分野では、例えば、カラーネガティブフィルムは、少なくとも3つの色感度層を伴う反射紙上に印刷される。上述のように、この種の階調度化は、色相のシフトを導き、それによって、色再生は完全に正確ではない。加えて、現在の色再生システムはシステム的な方法で記憶色を見つけることは統合しておらずそして、システムの変化性（フィルム、色バランスエラー等の処理の変化性）により発生する望ましくない色相変化を補償するために幾つかの色の小さな色相シフトを使用しない。本発明は、これらの問題と取り組む。

【0059】幾つかの定義が、本発明の一部である色相操作を説明するのに必要である。図6を参照すると、色相と色相角44は、この色のデジタル推定値として表現されるシーンの色のCIE1976a, b色相角、 h_{ab} を示す。色相ライン46は、所定の色相角を有する全ての色を含む。色相角に対応する正の a^* 値を伴う横軸上の色は、ゼロの h_{ab} である。色空間の領域48は、重心色50により定義され、CIELAB座標で与えられ、そして、特定のCIELAB色差 ΔE^*_{ab} 内となるすべての色は、図6内でCIELAB a^*/b^* 面への投影として示される。この距離は、 ΔE^*_{ab} 自身として、輝度差(L^*)として、 a^*/b^* 差として、クロマ(C^*_{ab})差として、52、そして、色相角(h_{ab})の範囲53として、規定できる。

【0060】本発明の方法は、局部色相操作を含む。これらの操作は、(図7に示す)色空間内で、一貫した且つ滑らかな色の形式をとれ、且つ、一貫して且つ滑らかに色を(図8に示すように)色相ライン54に向かって移動する。色相ラインに向かって色空間の領域内で色を移動することは、この色相ライン以下に規定された色の色相角は増加され、一方、この色相ライン以上に規定された色の色相角は減少されることを意味する。色空間の領域内で色の色相をシフトすることは、全ての選択された色の色相角は、増加されるか又は減少されるかのいずれかであることを意味する。色を一貫してシフトし移動

することは、色空間の規定された領域内の色の80%以上は期待した振舞いを示すことを意味する。色空間の領域内の色を滑らかにシフトし且つ移動することは、色が色相角の関数として体験するという色相角シフトは、領域の外側の境界で0.5以下のCIE1976a, b色相角シフトを伴う連続関数であることを意味する。色相角シフトは、色の輝度とクロマの関数として変化し得る。これらの滑らかなそして一貫した移動とシフトは、入力色と所望の出力色相間の連続関数形式を定義することにより且つ、所望の次元のLUTの関数形式を実行することにより実行される。代わりに、関数形式は、デジタルコンピュータで直接計算され、そして、実行されても良い。

【0061】我々は、所定の不快な色を避けるために、予め定められた所定の色の色相に向かって又は離れて、及び/又は一貫して滑らかに色空間の所定の領域をシフトすることにより、色空間の予め選択された領域内の色相値が、色空間の所定の領域内の色相値を一貫して且つ滑らかに移動することにより変換される場合には、現在入手できる色再生システムから、観測者によりそれらに亘って好まれる再生を見つけた。色空間の少なくとも1つの続く領域が選択されそして、色相に関して変更される場合には、再生は好ましい。

【0062】1. マクベスカラーチェッカーの葉色のパッチを含む色空間の領域内の色を、一貫してかつ滑らかに、最大色相角回転が15度に制限された、より高い色相角に向かってシフトする。それによって、CIE標準光源D50に関するCIELABに関して表現され、領域は、葉色パッチのCIE1976a, b色相角より10-40度下と上の色相ラインにより境界を付され、そして、葉色パッチから、少なくとも10 CIE1976a, bクロマと輝度単位だけ異なる色を含む。

【0063】2. ステップ1)であたえられた領域内の色を、115度と135度のCIE1976a, b色相角間の色相中心に向かって一貫して且つ滑らかに移動する。

【0064】3. マクベスカラーチェッカーの青空色のパッチを含む色空間の領域内の色を、一貫してかつ滑らかに、最大色相角回転が15度に制限された、より高い色相角に向かってシフトする。それによって、CIE標準光源D50に関するCIELABに関して表現され、領域は、青空色パッチのCIE1976a, b色相角の10-40度下と上の色相ラインにより境界を付され、そして、青空色パッチから、少なくとも10 CIE1976a, bクロマと輝度単位だけ異なる色を含む。

【0065】4. ステップ3)であたえられた領域内の色を、250度と267度のCIE1976a, b色相角間の色相中心に向かって一貫して且つ滑らかに移動する。

【0066】5. マクベスカラーチェッカーの黄色のパ

ッチを含む色空間の領域内の色を、一貫してかつ滑らかに、最大色相角回転が10度に制限された、より低い色相角に向かってシフトする。それによって、CIE標準光源D50に関するCIELABに関して表現され、領域は、黄色パッチのCIE1976a, b色相角の10-20度下と上の色相ラインにより境界を付され、そして、黄色パッチから、少なくとも10 CIE1976a, bクロマと輝度単位だけ異なる色を含む。

【0067】6. マクベスカラーチェッカーの2つの肌色階調のパッチを含む色空間の領域内の色を、一貫してかつ滑らかに、40から50度の間の色相角に向かってシフトする。それによって、CIE標準光源D50に関するCIELABに関して表現され、領域は、2つの肌色パッチのCIE1976a, b色相角の10-30度下と上の色相ラインにより境界を付され、そして、2つの肌色パッチから、10-30 CIE1976a, bクロマ単位と少なくとも10輝度単位だけ異なる色を含む。

【0068】7. 色相が一貫して且つ滑らかに色相ラインに向かって移動される局部色相操作又は、色空間の選択が1つの方向に一貫してかつ滑らかにシフトされる。それによって、CIE標準光源D50に関するCIELABに関して表現され、影響を受ける領域は、10-60度のCIE1976a, b色相角をカバーし、そして、少なくとも15 CIE1976a, bクロマと輝度値だけ異なる色を含む。

【0069】加えて、以下の2つの要求に合わなければならない。

【0070】8. 画像は、原シーンの色とシーンの色のデジタル表現間のCIE1976色差 ΔE^*_{ab} がマクベスカラーチェッカー上の色に関して最大が12で平均が5以下でありそして、2つの肌色パッチに対して最大が5であるようにシーンパラメータを捕捉できる、画像捕捉媒体及び／又は装置に捕捉される。

【0071】9. 色相変換ステップから生じる色相を維持する、クロマスケールリングと輝度変換ステップの適用。

【0072】これらの仕様は、色相に関して変更されるべき色空間の領域がどのように選択できるかと、どのように好まれて再生される色相値を規定できるかを示す。

【0073】本発明の目的に関して、再生は多ステッププロセスとして生成され、シーンの色相又は、再生の目に見える色相は、前述の操作が適用される前に又は、単一のステッププロセスとして形成され、既知のスペクトル特性を伴う適する色ターゲットが捕捉され、そして、再生のスペクトル特性が分析され、それによって、シーンの色相を再生の好まれて目に見える色相にマップする幾つかの数学的変換が構成できる。

【0074】上述の色相操作は、適するデータ符号化メトリクス間の変換として、画像処理の種々の点で実行で

きる。以下の例は、どのように処理シーケンスの種々のステップで色相情報が導き出されるかを示す。例は制限はされないが以下を含む。

【0075】1. 図9はどのように輝度、色相及び、クロマ情報が、シーンの色の捕捉されたデジタル表現を図2のステップ10に記述されているように真のシーンの色表現に変換することなく得られるかを示す。カラーネガティブ写真フィルムは、スペクトル応答が特定の写真プリンタと写真出力媒体のスペクトル応答に一致する、3色スキャナ160で走査される。シーンバランスアルゴリズム161は、走査された画像に与えることができ、続いて、3つの色チャンネルのおおのに1次元のルックアップテーブル164が与えられる。結果の画素値166は、光学的プリントの結果を模擬するためにプリント170を生成するために構成されたデジタルプリンタ168へ送られる。前述のように、追加の操作がないと、再生された画像は、本発明で前述したように形成されたよりも観測者にとって、好まれない。しかし、上述のように、適するテストターゲット156が捕捉され、処理されそして、再生される158ことができる。ターゲットのCIE標準光源D50を参照するCIE表色と、再生が得られ、そして、照明されたターゲット178のCIE1976輝度とa/bクロマ及び色相角及び、再生174が標準手順で計算できる。低フレアのテレスペクトル放射計176が、光源154を含むターゲットのスペクトルを測定するのに使用でき、また、スペクトル光度計172が再生されたターゲットのスペクトルを測定するのに採用できる。図10を参照すると、このデータは、再生180の好ましいCIELAB値、特に上述の1-7と9での手順に従って計算される色相値、と比較される。図11を参照すると、次のステップとして、プリンタの特徴化が要求される、即ち適するように選択されたプリンタのコード値182が、再生186を生成するために印刷される184、そして、再生190のCIELAB値がスペクトル光度計188を使用して測定される。変換192は、再生のCIELAB値をプリンタコード値にマップするように構成され得る。図12を参照すると、この変換は、再生されたテスト色の好ましいCIELAB値180をプリンタコード194へ変換するのに使用され得る。1次元ルックアップテーブル164により行われる逆変換196が使用される場合には、プリンタコード値194に対応するスキャナコード値198が計算される。データセット162と198から、走査された画素値を、色相が前述の1-7及び9の場合に示されるように再生されるように変更する変換200が構成される。画像処理シーケンスでは、変換200は、LUT164により示された変換の前で適用される。

【0076】2. シーンの色は、図2のステップ10に示される用に推定されそして、例えば、CIE XY

Z, CIE LAB, CIE LUV、原色が等色関数の線形結合であるRGB空間、CIE CAM97及び、その他のようなCIE表色の1:1マッピングを表す的するデータメトリック内で符号化される。色相走査の色空間の適する領域は選択され、そして、好ましい色相が前述の1-7及び9の場合に示される規則に従って規定される。色相変換は、仕様に従ってシーンの色を変更する上述の色空間の間で構成でき、そして、デジタル画像に適用される。

【0077】3. 例1に示したように走査された画像又は、例2に説明したように、シーンの色のデジタル推定値は、特定の出力媒体及び、意図された観測条件に対して適する非線形変換を使用して、描くことができる。最も単純な場合は、3つの1次元ルックアップテーブルが3色チャンネルへ適用される。描かれた画像と出力画像のCIE表色の画素値間の関係が既知ならば、例えば、適するテストターゲットを再生し測定することより、又は、結果のデジタル画像の色符号化仕様から、好ましい再生色相の仕様に従って、描かれる画像の画素値を変更する変換が構成できる。図9を参照すると、この変換は、画素値166とプリンタコード値194の間で構成される。変換はデジタル画像に適用される。

【0078】同様な方法が、本発明で与えられる仕様に従って、クロマと輝度を変更するのにも使用できる。

【0079】図13と14は、CIE標準光源D50に関して計算されたCIE LABa*, b* 値の規則的グリッドに関する望ましい色相シフトを示す。図13は、処理の変化性なしにシステム内での好ましい色相表現の例を示す。この場合には、色空間の葉56と青空58セクタは回転され、そして、肌色階調60はCIE 1976a, b 45度色相ラインに向かって引かれている。図14は、変化性を含むシステムに対してどのように色相再生が変更できるかを示し、それにより、処理の変化性の全ての源を含む最適システム色再生が得られる。この場合、記憶色肌色60、空58及び、葉56は、一貫して且つ滑らかに色相ラインに向かって移動され、一方、黄色色相62は、オレンジに向かってシフトされる。

【0080】両形式の色相走査は、実際のシステムで実行できる。画像処理の欠陥を避けるために、色空間の操作された領域と周囲の色の間の滑らかな遷移は達成されねばならない。

【0081】システム変化性が、2段階化学フィルム／紙プロセスに基づく現行のシステムと比較して減少されるならば、本発明は、最も好ましい結果を生じる。例えば、平均輝度レベル、フラッシュの使用情報、色温度又は、地理的情報のような追加のシーン捕捉情報を記録する磁気層又はフィルム上の他の追加の情報記録を提供することにより、処理の変化性は減少される。電子的カメラも、適するメモリカード上にこの種の情報を記録できる。更に、既知の露光のパッチがフィルム上に予め露光

され、そして、フィルムの応答を決定するために、フィルムが現像された後に分析される。この情報は、シーンバランスアルゴリズムに先立ち使用されることもできる。

【0082】画像は、シーン内の中性色が視覚的に中性色として再生されるなら観測者により最も好ましく、そして、画像は肌色階調の自然な再生で色彩に富んでいる（カラフルである）。画像内の物体が色彩に飛んでいることがシーンの色彩に富んでいることに比例して変化するならば、最も自然な再生が得られる。この振舞いは、物体の面上への主めいれネルが変化するときが発生する変化（ハイライトからシャドウへの遷移）を反映する。

【0083】シーン内の物体のカラフルさの比例関係の要求は、シーンに関する再生のCIE 1976a, bクロマ値の比により最も良く表現される。この比は、クロマ比と呼ばれそして、代わりにクロマ値のスケーリングとして参照される。

【0084】Buh r他の米国特許番号5, 528, 339は、色空間に亘る一定のクロマ比は（出力媒体及び／又は装置の全体的な制限は別として）、最も好ましい画像を常には生じないことを指摘する。観測者は、幾つかの現行のハロゲン化銀カラー再生システムにより生じる高く色彩に富むことを好む。しかし、他の化学的に処理可能な材料上に1つの化学的に処理可能な材料を光学的に印刷する制限により、高く色彩に富むことが、不自然な肌色階調再生の代償の下で達成される。Buh r他は、最も好ましい再生は、肌色階調領域と色空間の残りの領域で異なるクロマスケールを適用することにより達成できることも確立し、そして、これらのファクタに対する適する境界を定量化した。このアプローチは、前述の色相操作と結合すれば、観測者に更に好まれる再生物を生じる。

【0085】肌色階調と他の色の好ましいクロマ比の範囲は、カラフルさが個々の嗜好に影響されそして、好ましい設定もシーンと画像を見る条件の間の不一致に依存するということを認める。例えば、同じシーンが反射プリントを見るためのカラーネガティブフィルムで捕捉されたときと、平均的な周囲のモニタで見るときで、又は、暗い部屋で見るスライドフィルム上で再生されたときでは、再生されたクロマとシーンのクロマの間の好ましい平均比が異なるであろう。従って、観測者に好まれる再生を生じるクロマ比の特性が、更に一般的な方法で公式化されるのが本発明の目的である。好適な再生は、以下により得られることが分かった。

【0086】1. マクバスカラーチェッカーの2つの肌色階調パッチの再生された画像と原シーンのCIE 1976a, bクロマ比が葉色及び空色パッチに関して小さいか又は、等しいようにシーンのデジタル表現のクロマ値をスケーリングする。

【0087】2. 少なくとも1つのこれらのパッチの再

生されたパッチと原パッチのCIE1976a, bクロマの比が少なくとも葉色と空色のパッチのクロマ比の高いほうと同じくらい高いように、そして、少なくとも2つのこれらのパッチのクロマ比が2つの肌色階調パッチの最大のクロマ比と同じくらい高くなるように、中性、肌色、空及び、葉色のパッチを除外してマクベスカラーチェッカーのクロマのパッチに対するセーリングファクタを選択する。

【0088】3. 中性パッチを除いて、マクベスカラーチェッカーの全てのカラーパッチの再生物と元のCIE1976a, bクロマ比の標準偏差が、0.4となるようにする。

【0089】4. 再生されたクロマが、CIE1976輝度、クロマ及び、色相の連続関数である方向へ滑らかに変化するようにクロマスケーリングを行う。

【0090】図15と16は、パッチの原輝度の関数としてマクベスカラーチェッカーのシーンの色に関する再生された色のCIE1976a, bクロマ比を示す。図15は、上述に規定するクロマ操作の規則に従っていない従来のシステムに対するデータを示す。図16は、本発明で与えられる制限に従って、クロマ操作が行われる改善されたシステムを示す。

【0091】上述の色相とクロマ操作に加えて、再生された色の相対的な輝度値に対するシーンの色の相対的な輝度値をマップするために階調度が与えられねばならない。これは、めったに1:1マッピングにはならないことが従来技術で知られている。最も好ましい画像を生じる階調度の選択は、シーンを見る条件と再生の間の不一致、予想された主題(例えば、肖像写真、屋外写真)再生されるダイナミックレンジに関連するシーンのダイナミックレンジ及び、観測者の嗜好のような種々のファクタに依存する。

【0092】上述の色相とクロマ操作と共に好ましい再生を生じる階調度の群は、Buhner他の米国特許番号5,300,381により定義された。しかし、本発明は、シーンの輝度と観測者により知覚される輝度の間の線形な関係により特徴付けられるこれらの階調度には制限されない。われわれは、色相再生の大きな改善により従来のハロゲン化銀写真でもっとも使用される伝統的なS字階調度も、現在の色再生システムと比較した本発明の枠組み内でさらに好ましい画像を生じることが分かった。図17は、反射プリントを生じる民生用写真システムに対する適する階調度の4つの例64, 66, 68及び、70を示す。再生の目に見える光学的濃度をシーン濃度の関数として示す。以下の説明では、コントラストは、図18に示すように1のシーン濃度でこれらの曲線の傾斜を参照する。上述のすべてのこれらの輝度変換は、画像のコントラストを増加する。

【0093】特定の階調度又は階調度の群がシーンのダイナミックレンジに従って最も適切な階調度を選択する

アルゴリズムと結合すれば、又は、階調スケーリング前にダイナミックレンジ調整が行われれば、最良の結果が得られる。成功的な分類アルゴリズムは、制限はされないが、ヒストグラム、範囲、分散に基づくパラメータ又は、全ての分散の変換又は、記録された又は、変換された画像画素値のサブセットを含む、多くの形式をとる。例えば、1つは、累積画素対数露光濃度分布に関する5次と95次百分位数の対数露光濃度間の対数露光濃度差によりもとのシーンのダイナミックレンジを定義し得る。対数露光濃度差が、1.5より大きい場合には、最も好ましく見られる最終画像再生は、図17の階調度64と66により境界を付される範囲内にマッピングを有する。差が1.5対数露光濃度単位より小さい場合には、最も好ましく見られる最終画像再生は、階調度66-70により境界を付される範囲内にマッピングを有する。他の例では、かすんだシーンは一般的には、最も好ましい再生のためには、階調度68と70により境界を付される範囲内の階調マッピングが必要である。

【0094】デジタル画像プリントシステムでは、分類アルゴリズムは、最も好ましい画像を形成するために僅かに異なる階調マッピングを選択するために実行され得る。分類の入力は、シーンパラメータ又は、捕捉条件である。

【0095】シーンを捕捉する役割のカメラパラメータを記述する捕捉された原シーンパラメータに関連する情報は、信号処理アルゴリズムに対する有益な入力を提供できる。有益な情報は、シーンの照明形式、フラッシュ出力及び／又はフラッシュが直接対象に向けられたか又は対象上に反射されたか及び／又は対象を照明するのに十分なフラッシュパワーがあったかのようなフラッシュパラメータ、カメラレンズのf-絞り、カメラ露光時間、シーンの向き及び、ズームレンズの状態のような単一の又はその組合せを含む。

【0096】加えて、われわれは、色空間の特定の領域の局部輝度操作が、観測者に更に好まれる画像を提供することを見つけた。例えば、ハロゲン化銀反射媒体上で再生された赤色のカラフルさは、増加され得る。マクベスカラーチェッカー赤色パッチからの20 CIE1976a, bクロマ単位と少なくとも15 CIE1976a, b輝度単位の距離内のシーンの色の輝度は、全体的な階調度と比較して低下される。再び、この変換は、再生された輝度がCIE1976輝度、色相角及びクロマの連続関数でなければならない方向へ滑らかであることが要求される。そのような変換の例を図19に示す。

【0097】上述の色相とクロマ操作と共に、輝度操作が以下の形式で行われる。

【0098】1. シーンに依存する階調度変換を適用する。

【0099】2. 全体的なシーンに依存する階調度変換を適用する。

【0100】3. 全体的なシーンに依存する又は、シーンに依存する階調度変換を適用しそして、全体的な階調度変換から得られるであろう結果と比較して3-10の最大CIE1976輝度差で滑らかに且つ一貫して色区間のいずれの領域の輝度を変更し、それにより、CIE標準光源D50に対するCIELABに関して表現され、領域は、マクベスカラーチャッカーのどの11の高いクロマパッチのCIE1976a, b色相角の10-40度下と上の色相ラインにより境界を付され、そして、これらの1つのパッチから10 CIE1976a, bクロマ及び輝度単位だけ異なる色を含む。

【0101】4. 全ての輝度変換は、再生された輝度がシーンCIE1976輝度、色相角及び、クロマの連続関数であるように行われる。

【0102】図2の最後のステップ14は、ステップ10と12の仕様に従って処理された画像の視覚的表現を形成する。画像は、透明又は反射材料（ハードコピー）上に又は、少なくとも3つの好適に選択された原色を加法的に混合又は、少なくとも3つの好適に選択された色素を減算的に混合することにより画像を生じる自己照明ディスプレイ（ソフトコピー）上に再生できる。

【0103】この最終ステップでは、シーンのデジタル表現が、シーンの望ましい視覚再生を生成するために正しい強度及びスペクトル分布のアナログ信号へ変換される。画像は2次元又は、3次元の形式で表示される。この手順の例は、カラーモニタ上の画像表示又は、電子的プリントプロセスを含み、それにより、カラー写真紙はレーザプリント装置内で画像毎の露光を受け、そして材料は続いて反射プリントを生じるRA4プロセス内で現像される。

【0104】ほとんどの場合には、ステップ10と12を適用する結果であるシーンのデジタル表現は、出力装置と媒体のシーンのあら特性を考慮する対応するデジタルコード値の組みに変換されねばならない。装置コード値と、特定の装置／媒体の組合せにより再生された色の表色間の変換は、装置の特徴化により得ることができる。装置の特徴化の例は後続の測定に十分な大きさのカラーパッチの形式で、装置のコード値の適するアレーを発生しそして印刷し又は、表示することに関する手順である。これらのパッチは、ディスプレイの性質に依存して、表色計、スペクトル光度計又は、テレスペクトル放射計を使用して、測定される。スペクトルが測定される場合には、CIE XYZ値及び、CIELAB又はCIELUV値のような他の関連する量は、標準表色の手順を使用して表示光源に対して計算される。このデータセットは、ステップ12から生じるシーンのデジタル表現をシーンのこの望ましい視覚表現への変換を達成する、1次元ルックアップテーブル、多次元ルックアップテーブル、マトリクス、多項式、及び、スカラーの適切なシーケンスを構成するのに使用されうる。本変換の

実行の他の例は、ICCプロファイルであり、プロファイル接続空間（PCS）内で符号化された望ましい視覚表現の仕様を装置コード値へマップする。

【0105】この動作は、ガンマウト（gamut）マッピングも含み得る。ステップ2の最後で、シーン表現の色ガンマウト（gamut）は、データを符号化するのに使用された原色の組により決定される。例は、CIE1931標準表色観測者の等色関数に対応する原色又は、その線形結合を含む。ガンマウト（gamut）マッピングは、この符号化で定義されるガンマウト（gamut）と出力装置／媒体の組合せのガンマウト（gamut）間で行われる。本発明のと共に使用される好ましいガンマウト（gamut）マッピングアルゴリズムは色相を維持する。

【0106】画像処理の観点から、ステップ14のデータ変換は、いかなるシーケンスの、単一の組の1次元ルックアップテーブル、多次元ルックアップテーブル、マトリクス、多項式及び、スカラーを構成するために、ステップ10と12の度の変換とも結合され得る。本発明の仕様に従った再生は、種々の技術により生成できる。再生は、ハロゲン化銀又は、他の感知材料上で得られる。

【0107】光感知材料は透明フィルム、反射紙又は、半透明フィルムでも良い。これらの材料は、多くの異なるソースから得られる可視又は赤外光により露光される。材料は、典型的な現像焼きつけアプリケーションに設計され又は、特にデジタルプリントアプリケーションに対して設計されてもよい。光感知材料は入射光の3つの異なるスペクトル領域へ主に応答する。典型的には、これらは赤（600-720nm）、緑（500-600nm）及び、青（400-500nm）光である。しかし、3つの異なるスペクトル感度の組合せが使用できる。これらは、緑、赤、及び、赤外光又は、赤、赤外1及び、赤外2光又は、異なる波長の3つの赤外光を含む。又は、可視光の3つの原色波長は、誤って感知されそれにより露光する光の色は、赤、緑及び、青感度はそれぞれマゼンタ、黄色及び、シアン色素を生じるように、相補的な色相の画像色素を生じる。プリントは、全ての画素を順次露光することにより、同時に画素の小さいアレーを露光することにより、又は、画像の全ての画素を同時に露光することにより行われる。

【0108】光感知材料上にプリントするのに使用され得る装置は、CRT、LED（光放出ダイオード）、LVT（光バルブ技術）、LCD、レーザ、及び、他の制御された光学的光発生装置を含む。全てのこれらの装置は、カラー画像を生じるために、光感知材料中の3つ又はそれ以上の光感知層を露光する能力を有する。それらは、装置が基づいている技術が主に異なる。CRTプリントの適する例はコダックデジタルサイエンスLFCRTカラープリンタであり、コダックプロフェッショ

ナルデジタル I I I カラー紙と共に使用される。

【0109】非光感知画像材料は、高品質再生を行うために電子的プリントプロセスで使用される。プリントプロセスは、多くの技術に基づいている。画像形成の方法は、半階調、連続階調又は、完全材料転写であってもよい。画像材料は透明フィルム、反射紙、又は、半透明フィルムでも良い。材料は、熱色素転写、インクジェット、ワックス、電子写真、又は、他の画素毎の書きこみ技術により絵画的な画像を生じるために書きこまれ得る。これらの処理は、絵画的なシーンの色のついた絵画的な表現を形成するために、3つ又はそれ以上の色素を使用する。色素は、色素、トナー、インク又は、他の永久の又は、半永久的な色のついた材料である。感熱プリンタの適する実施例は、コダック XLS 8650 感熱色素転写プリンタである。

【0110】ハードコピーで見られる画像に加えて、前に発生された絵画的画像に亘る同じ思考を有する投射された画像を形成することも可能である。この種の画像発生には、多くの技術が適切である。全てのこれらの技術は、2つ又はそれ以上の色のついた光でカラー画像を生じることによっている。これらは、典型的には、赤、緑及び、青であるが、どのような原色でも良い。好ましく見える再生を生じるのに使用される装置は、CRT、LCD、EL (エレクトロルミネッセンス)、LED、OLED (有機的 LED)、光バルブ、レーザ、プラズマディスプレイパネル、又は、他の3つ又はそれ以上の色のついた画素毎の照明が可能な光装置を含む。画像は、画像は装置、投射又は、バックライト内のディスプレイにより形成され得る。多くの装置は、物理的に離れた機械的装置であるスクリーン又は表示領域に画像を形成する。しかし、画像は、観測者の前面又は背面から観測者の前にあるスクリーンに向かって、光線の形式で、光学的に画像を投射することにより、又は、観測者と投射装置間にあるスクリーン上へ反転画像を吐しゃすることにより形成もできる。CRTディスプレイの適する実施例は、ソニートリニトロン CRT である。

【0111】ハードコピー反射プリントの場合の画像再生システムの色と階調再生を決定するテスト手順は、図 20 を参照して説明される。この手順では、均一サイズの2つのテストターゲット 100、102 が設けられる。ターゲット 100 は、スペクトル的に均一なグレー即ち、380 nm から 780 nm の波長スペクトルの一定のパーセントの反射率 (20%) を示す。ターゲット 102 は、マクベスカラーチェッカーである。量ターゲットは、十分大きいので、いかに示すように写真に撮られたときには、各ターゲットは実質的に捕捉装置の画像捕捉領域を占める。

【0112】光源システム 103 は、ターゲットを均一に照明するために設けられ、約 45° の入射角度で、均一のグレー (20% 反射率) 背景に取り付けられる。光

は、典型的には、高品質、低フレアの観測条件の反射する光が、合理的に設けられねばならない。光のスペクトル品質はテスト下の画像システムが設計されたのと同様な光でなければならない。光源システム 103 からの一定の照明条件下で且つターゲットに垂直に向けられた、例えば、写真カメラのようなシーン捕捉装置 106 とでは、各ターゲット画像は、画像捕捉装置の ISO 規格に従って捕捉される。更に、ターゲット 102 とターゲット 100 の対応する領域内の各カラーパッチの反射スペクトルは、非常に低フレアのテレスペクトル放射計を使用して測定される。適する実施例はフォトリサーチテレスペクトル放射計 705 である。各測定は、測定される濃度ステップ領域の4分の1のスポットサイズを使用してなされる。同一の光源、画像装置及び、放射計条件を使用して、ターゲット 100 は上述のように、捕捉され測定される。

【0113】シーン捕捉装置 106 と画像再生段階 110 を含む分析下の画像システム 104 を使用して、そして、変換ステップ 108 により示される全体的な特徴的な変換を有し、ターゲット画像のハードコピー再生が適する出力装置により生成される。再生は、再生の中の $N/3$ 、5 グレーパッチが、元の $N/3$ 、5 グレーパッチと位置するようになされる。100% 散乱反射器に対する 1.0 シーン濃度は、濃度 1.0 ± 0.05 で再生される。

【0114】再生されたプリントは、入射角度が 45° の光源システム 103 で均一に照明され、そして、視覚的ステップ濃度が非常に低いフレアの放射計 116 で測定される。ターゲットと再生は、好ましくは、同一の条件で照明され且つ測定されるこれらの測定は、ターゲットと再生光源も含む。これらが望ましい捕捉と観測の光源でない場合には、ターゲット 102 内の1つの中性ターゲットパッチのスペクトル反射率が知られている場合には、光源スペクトルが分割される。全てのパッチに対する CIE XYZ 値ターゲットは、標準的な方法を使用して、再生反射スペクトル、光源のスペクトル、及び、観測者の CIE 等色関数から計算される。進む前に、ターゲット 102 に関する測定された XYZ 値は、ターゲット 102 が進むのと同様に、同じ位置のターゲット 100 測定値を使用してどのようなターゲット照明の非均一性に対しても補正されねばならず、ターゲット 112 に関する測定されたステップ XYZ 値、ターゲット 102 の再生は、ターゲット 114 を使用して、ターゲット照明の非均一性、フィルム又はセンサー上へのシーン捕捉装置 106 によるフィールド露光の非均一性、及び、画像再生装置 110 内に存在するフィールド露光の非均一性に対して補正されねばならない。CIE 標準光源 D50 を参照し、ターゲットと再生に関する CIE LAB 値は、標準手順を使用して計算される。光源の相対スペクトルパワー分布とテスト手順で使用するマクベスカラ

一チェックカーのパッチの反射スペクトルを、以下の表1
に要約する。表2は、CIE標準光源D50に対する、
対応するCIE1976CIELABを示す。

【0115】

【表1】

表1

波長 [nm]	暗い 肌色	明るい 肌色	青空	葉色	青い花	青緑	紫が かった 青	中位の 青	紫	黄緑 が かった 黄色		
380	0.0444	0.0957	0.1042	0.0447	0.1124	0.1033	0.0461	0.0891	0.0908	0.08	0.0543	0.0535
385	0.0466	0.1124	0.1267	0.0462	0.1386	0.1245	0.0468	0.1086	0.1041	0.0958	0.0564	0.0548
390	0.0502	0.134	0.1612	0.0469	0.1616	0.1573	0.0484	0.138	0.12	0.1182	0.059	0.0568
395	0.0556	0.1598	0.2058	0.0471	0.2421	0.2002	0.0502	0.1763	0.1354	0.1449	0.0612	0.0581
400	0.0614	0.193	0.2527	0.0478	0.3097	0.2445	0.0505	0.2205	0.1459	0.1706	0.0627	0.059
405	0.0659	0.1984	0.2917	0.0483	0.374	0.2817	0.0503	0.2603	0.1508	0.1921	0.064	0.0596
410	0.0681	0.2069	0.319	0.0489	0.4205	0.3065	0.0504	0.292	0.151	0.2056	0.065	0.0603
415	0.0678	0.2099	0.3334	0.0494	0.4459	0.3207	0.0503	0.314	0.1493	0.2115	0.0657	0.0608
420	0.0661	0.2115	0.3407	0.0502	0.4592	0.3299	0.0505	0.3304	0.1457	0.2113	0.0664	0.0607
425	0.0634	0.2118	0.3425	0.051	0.462	0.3379	0.0498	0.3414	0.1421	0.2063	0.0676	0.061
430	0.0608	0.2149	0.3418	0.052	0.4637	0.3436	0.0495	0.3533	0.1393	0.1992	0.0689	0.0614
435	0.0586	0.2156	0.3412	0.0529	0.4607	0.3521	0.0495	0.3652	0.1379	0.1869	0.0707	0.0617
440	0.0564	0.2187	0.3404	0.0546	0.4567	0.3597	0.0495	0.3772	0.1372	0.1731	0.0719	0.0624
445	0.0544	0.2218	0.3383	0.0563	0.4496	0.3694	0.0498	0.3871	0.1362	0.1599	0.0753	0.063
450	0.0533	0.2273	0.3354	0.0585	0.4461	0.3807	0.0497	0.3916	0.1344	0.1464	0.0787	0.0634
455	0.0527	0.2338	0.3307	0.0601	0.436	0.394	0.0498	0.3869	0.133	0.1339	0.083	0.0647
460	0.0525	0.2405	0.3257	0.0619	0.4284	0.4102	0.0504	0.3797	0.1316	0.1208	0.0887	0.0668
465	0.0525	0.2512	0.3214	0.0637	0.42	0.4347	0.0511	0.3664	0.1309	0.1097	0.0972	0.07
470	0.0526	0.2604	0.3145	0.0652	0.4148	0.459	0.0515	0.3512	0.1303	0.101	0.1061	0.0738
475	0.0529	0.2709	0.3077	0.0661	0.4023	0.4842	0.0521	0.3325	0.1287	0.0927	0.1178	0.0793
480	0.0536	0.2811	0.2979	0.0675	0.388	0.515	0.053	0.307	0.1253	0.0853	0.1345	0.0869
485	0.0552	0.2887	0.29	0.0688	0.3757	0.5437	0.0541	0.2815	0.1201	0.079	0.1557	0.0959

【0116】

【表2】

490	0.0566	0.2947	0.2812	0.0705	0.3669	0.5657	0.0552	0.2553	0.1148	0.0735	0.1821	0.1037
495	0.0586	0.2979	0.2722	0.0724	0.3566	0.5862	0.0567	0.2284	0.1108	0.0688	0.2158	0.112
500	0.0604	0.3038	0.2647	0.0759	0.3458	0.5935	0.0582	0.2057	0.1072	0.0647	0.2573	0.1202
505	0.0624	0.3123	0.2542	0.0855	0.3324	0.5966	0.0611	0.1853	0.1056	0.0614	0.3112	0.1287
510	0.0646	0.3203	0.2466	0.1003	0.3174	0.5959	0.0656	0.1699	0.104	0.059	0.3683	0.1414
515	0.0669	0.3241	0.2377	0.1216	0.2989	0.5908	0.0721	0.1535	0.1019	0.0572	0.4266	0.1584
520	0.0692	0.3237	0.2292	0.1442	0.2787	0.5861	0.0817	0.1384	0.0984	0.0557	0.478	0.1816
525	0.072	0.3148	0.2194	0.1645	0.2552	0.5759	0.095	0.1253	0.0949	0.0545	0.5158	0.2133
530	0.0743	0.3031	0.2113	0.1764	0.2378	0.5639	0.1123	0.1147	0.0927	0.0524	0.5395	0.2548
535	0.0758	0.2936	0.2046	0.1815	0.2242	0.55	0.1351	0.1084	0.0923	0.0514	0.5553	0.3028
540	0.0771	0.2917	0.2	0.1796	0.2153	0.5348	0.1811	0.1036	0.0938	0.0505	0.5623	0.3561
545	0.0783	0.2953	0.1954	0.1715	0.2108	0.513	0.1899	0.0997	0.0973	0.0501	0.5579	0.4048
550	0.0796	0.2999	0.1927	0.1618	0.2038	0.4934	0.2205	0.0953	0.102	0.0504	0.5518	0.4479
555	0.0813	0.2997	0.188	0.1523	0.2074	0.4691	0.2531	0.0913	0.1072	0.0509	0.5443	0.483
560	0.0843	0.2973	0.1827	0.1418	0.2038	0.4448	0.2868	0.0869	0.1109	0.0516	0.5292	0.5103
565	0.089	0.2975	0.1776	0.1329	0.1994	0.4218	0.3252	0.0832	0.1129	0.0522	0.516	0.5364
570	0.0946	0.303	0.1727	0.1281	0.1957	0.4001	0.3661	0.0809	0.1183	0.0518	0.5014	0.5572
575	0.1015	0.3174	0.168	0.1252	0.1965	0.3761	0.4066	0.0793	0.1273	0.0512	0.4841	0.5716
580	0.1083	0.3455	0.1633	0.1254	0.2025	0.3538	0.4432	0.0798	0.1521	0.0505	0.4664	0.5829
585	0.1159	0.3816	0.1591	0.1221	0.2094	0.332	0.4713	0.0813	0.1945	0.05	0.4504	0.5946
590	0.1226	0.4184	0.1558	0.1184	0.2176	0.3116	0.4957	0.0828	0.2534	0.0505	0.4289	0.6048
595	0.1277	0.4528	0.1522	0.1132	0.2249	0.2888	0.5156	0.0839	0.3219	0.0519	0.4108	0.6139
600	0.1326	0.4828	0.1494	0.1079	0.2322	0.2584	0.5311	0.0843	0.3899	0.0547	0.3912	0.6226
605	0.1359	0.5043	0.1469	0.1037	0.2395	0.2504	0.5435	0.0844	0.454	0.0603	0.3717	0.632
610	0.1403	0.525	0.1434	0.1008	0.2443	0.2363	0.5549	0.0841	0.5044	0.0679	0.356	0.6394
615	0.1446	0.5356	0.1402	0.0999	0.2463	0.2272	0.5641	0.0827	0.5357	0.0782	0.3462	0.6445
620	0.1479	0.5438	0.1365	0.1005	0.2456	0.2209	0.5725	0.0822	0.5595	0.0908	0.3403	0.6525
625	0.1522	0.5517	0.1337	0.1014	0.2443	0.2163	0.5806	0.0822	0.5741	0.1045	0.3343	0.6592
630	0.1557	0.5574	0.1289	0.1022	0.2446	0.2117	0.5853	0.0838	0.5856	0.1187	0.3293	0.6634
635	0.1605	0.5612	0.1254	0.1013	0.2489	0.2098	0.592	0.0863	0.5886	0.132	0.327	0.6655
640	0.1647	0.5616	0.122	0.1002	0.2592	0.2075	0.5968	0.0908	0.5886	0.1451	0.3281	0.6717
645	0.1702	0.5696	0.1191	0.0989	0.2774	0.2064	0.6004	0.0967	0.5942	0.1582	0.3231	0.678
650	0.1769	0.5808	0.1161	0.0982	0.3006	0.2057	0.6042	0.1025	0.5979	0.1706	0.3205	0.6852
655	0.1843	0.5843	0.1141	0.0979	0.3276	0.2052	0.6121	0.1089	0.5957	0.1831	0.3239	0.688
660	0.1941	0.594	0.112	0.0973	0.3604	0.2078	0.6188	0.1156	0.5987	0.1971	0.3279	0.6925
665	0.2018	0.6008	0.1102	0.0988	0.3915	0.2128	0.6231	0.12	0.5986	0.2117	0.3328	0.6963
670	0.2118	0.6143	0.1079	0.1019	0.4182	0.2177	0.6259	0.1227	0.5968	0.2259	0.3364	0.7015
675	0.2196	0.6252	0.1067	0.1077	0.4424	0.2228	0.6277	0.1212	0.5951	0.2416	0.3457	0.7027
680	0.2287	0.6371	0.1051	0.1183	0.4632	0.2307	0.6315	0.1185	0.5943	0.2517	0.3538	0.704
685	0.2367	0.6504	0.1038	0.1342	0.4749	0.2361	0.6366	0.1152	0.592	0.2804	0.3628	0.706
690	0.2439	0.668	0.1035	0.1533	0.4817	0.2403	0.6371	0.1135	0.5918	0.2978	0.369	0.7145
695	0.2521	0.6858	0.1021	0.1738	0.4886	0.244	0.6421	0.1114	0.5906	0.3202	0.3748	0.7135
700	0.2623	0.7005	0.1022	0.2111	0.4941	0.2488	0.6445	0.111	0.5927	0.3421	0.3804	0.7145
705	0.2712	0.7215	0.1013	0.2429	0.4971	0.2518	0.6467	0.1116	0.5933	0.367	0.3852	0.7179
710	0.2822	0.7386	0.1009	0.2705	0.495	0.252	0.6519	0.1137	0.5894	0.3903	0.3858	0.7234
715	0.2905	0.757	0.1005	0.2905	0.4938	0.2483	0.6559	0.1166	0.5894	0.4122	0.3838	0.7256
720	0.3028	0.7723	0.1006	0.3058	0.4987	0.2463	0.6589	0.1196	0.5924	0.4373	0.3819	0.7278
725	0.3197	0.7885	0.0999	0.3187	0.4976	0.2433	0.6632	0.1244	0.5912	0.4678	0.3812	0.7299
730	0.3325	0.8017	0.1002	0.3249	0.4957	0.246	0.6628	0.13	0.5918	0.4943	0.3835	0.7308
735	0.344	0.8113	0.1003	0.3257	0.4936	0.2472	0.666	0.1359	0.5855	0.5194	0.3875	0.7345
740	0.3626	0.8226	0.1002	0.3276	0.4948	0.2548	0.6683	0.1445	0.5869	0.5529	0.3954	0.7349
745	0.3805	0.8292	0.1014	0.3325	0.4955	0.2663	0.6751	0.1586	0.5896	0.5808	0.4085	0.7395
750	0.3916	0.8437	0.1009	0.334	0.4968	0.2754	0.6767	0.1775	0.5902	0.6088	0.4227	0.7413

【0117】

【表3】

表 1 の つづ き

w [nm]	青	緑	赤	黄	マゼンタ	シアン	白	中性 8	中性 5.5	中性 5	中性 3.5	黒	D50
380	0.0586	0.0506	0.0473	0.0481	0.1036	0.0813	0.119	0.1122	0.1075	0.0865	0.0637	0.0253	0.2373
385	0.0586	0.0521	0.0477	0.0491	0.1267	0.0978	0.1483	0.1413	0.1303	0.1029	0.0676	0.0267	0.2654
390	0.0785	0.0538	0.0483	0.0499	0.1631	0.1206	0.1982	0.1885	0.167	0.1222	0.0723	0.027	0.2895
395	0.0948	0.0555	0.049	0.0512	0.2139	0.1508	0.2773	0.2395	0.2135	0.1448	0.0766	0.0275	0.3838
400	0.1138	0.057	0.0492	0.0519	0.2704	0.1617	0.3834	0.3458	0.2627	0.1635	0.0807	0.0275	0.478
405	0.134	0.0579	0.0492	0.0524	0.3203	0.2101	0.5122	0.4372	0.305	0.1782	0.0525	0.0279	0.5129
410	0.155	0.0581	0.0491	0.0531	0.3535	0.2321	0.6436	0.5105	0.332	0.186	0.0841	0.0282	0.5479
415	0.1727	0.059	0.0489	0.0539	0.368	0.2465	0.7433	0.5561	0.3462	0.191	0.0849	0.0286	0.565
420	0.188	0.0601	0.0489	0.0546	0.3738	0.2562	0.8065	0.5786	0.3516	0.1929	0.0855	0.0287	0.5821
425	0.203	0.0607	0.0489	0.055	0.3712	0.2661	0.8369	0.5814	0.3547	0.1939	0.0865	0.0286	0.5713
430	0.2224	0.0618	0.0489	0.0555	0.3632	0.2784	0.8488	0.5859	0.3553	0.1945	0.0871	0.0289	0.5606
435	0.2444	0.063	0.0489	0.0561	0.3526	0.2922	0.8555	0.5877	0.3571	0.196	0.0874	0.0287	0.6431
440	0.2705	0.0646	0.0491	0.057	0.3396	0.3078	0.8602	0.5869	0.3576	0.1975	0.0881	0.0287	0.7256
445	0.3001	0.0655	0.049	0.0578	0.325	0.3257	0.8638	0.5883	0.3597	0.1979	0.0887	0.0286	0.7859
450	0.3233	0.0662	0.0491	0.0589	0.309	0.3415	0.867	0.5853	0.3621	0.1979	0.0891	0.0286	0.8461
455	0.3376	0.0721	0.0489	0.0598	0.2943	0.3593	0.8682	0.5857	0.3615	0.1981	0.0889	0.0289	0.8625
460	0.3396	0.0766	0.0484	0.0628	0.279	0.3791	0.8698	0.5843	0.3614	0.1982	0.0887	0.0289	0.8738
465	0.328	0.0826	0.0478	0.0676	0.2652	0.3981	0.8712	0.5864	0.3598	0.1982	0.0888	0.0289	0.8825
470	0.31	0.0885	0.0473	0.0738	0.2517	0.4127	0.871	0.5826	0.3594	0.1978	0.0883	0.0288	0.8862
475	0.2843	0.0966	0.0465	0.0837	0.2375	0.4251	0.8768	0.5817	0.3592	0.1962	0.0878	0.0287	0.9044
480	0.2508	0.1081	0.0458	0.1021	0.222	0.4365	0.8766	0.5797	0.3591	0.1955	0.0873	0.0286	0.9225
485	0.2148	0.121	0.0455	0.1282	0.207	0.4388	0.8751	0.583	0.3576	0.1957	0.0876	0.0285	0.9073
490	0.1806	0.1365	0.0447	0.1645	0.1938	0.4363	0.8782	0.5821	0.3579	0.197	0.0879	0.0288	0.8921
495	0.149	0.1522	0.0443	0.2086	0.1814	0.4282	0.8807	0.5835	0.3586	0.1958	0.0873	0.0287	0.9104
500	0.1233	0.1724	0.0441	0.2527	0.1723	0.419	0.8867	0.5834	0.3579	0.1963	0.0885	0.0285	0.9283
505	0.1014	0.1998	0.0438	0.319	0.1625	0.4022	0.8861	0.5812	0.3578	0.1962	0.0882	0.0287	0.933
510	0.0855	0.2327	0.0434	0.3727	0.154	0.3832	0.8863	0.5813	0.3588	0.1963	0.0887	0.0285	0.9373
515	0.0731	0.2599	0.043	0.4208	0.1439	0.3599	0.8863	0.582	0.3596	0.1963	0.0889	0.0285	0.9393
520	0.064	0.3061	0.0429	0.4669	0.1316	0.3357	0.8872	0.5786	0.3574	0.196	0.0883	0.0286	0.9424
525	0.0575	0.3348	0.0431	0.507	0.1202	0.3112	0.8853	0.5802	0.3568	0.197	0.0891	0.0287	0.9665
530	0.0526	0.3535	0.0433	0.541	0.1123	0.2834	0.8858	0.58	0.3588	0.1969	0.0891	0.0287	0.9906
535	0.0496	0.3579	0.0437	0.5687	0.1089	0.2575	0.8907	0.5795	0.3581	0.1967	0.0893	0.0287	0.9841
540	0.0471	0.354	0.0439	0.5943	0.1058	0.2315	0.8921	0.5805	0.3579	0.1963	0.0889	0.0288	0.9776
545	0.0453	0.3439	0.0441	0.6108	0.1052	0.2074	0.8878	0.5783	0.3579	0.197	0.0892	0.0288	0.9852
550	0.0441	0.3267	0.0446	0.6275	0.1055	0.1848	0.8884	0.58	0.3593	0.1955	0.0891	0.0288	0.9928
555	0.0432	0.3082	0.0458	0.6464	0.1054	0.1623	0.8908	0.5794	0.3565	0.1973	0.0895	0.0287	0.9816
560	0.0424	0.2876	0.0473	0.658	0.1086	0.143	0.8863	0.5794	0.3578	0.1982	0.0897	0.0285	0.9704
565	0.0415	0.265	0.0496	0.6681	0.1088	0.126	0.8861	0.58	0.3583	0.1982	0.0897	0.0286	0.9594
570	0.0414	0.2449	0.053	0.6808	0.1128	0.113	0.8892	0.584	0.3609	0.1985	0.0902	0.0286	0.9494
575	0.041	0.2238	0.0574	0.6882	0.1211	0.1035	0.8892	0.5835	0.36	0.2003	0.0902	0.0287	0.9542
580	0.0407	0.2052	0.0658	0.6992	0.1366	0.0951	0.8883	0.5816	0.3602	0.201	0.0906	0.0285	0.9599
585	0.0407	0.1855	0.079	0.7076	0.1593	0.0897	0.8923	0.5818	0.3593	0.2007	0.0908	0.0289	0.9337
590	0.0406	0.1666	0.0995	0.7145	0.1879	0.0849	0.8925	0.5837	0.3617	0.2005	0.091	0.0287	0.9074
595	0.0403	0.1492	0.1312	0.7226	0.2229	0.0811	0.8902	0.584	0.3601	0.2013	0.091	0.0287	0.9277
600	0.0406	0.1323	0.1747	0.7251	0.2527	0.0774	0.8872	0.5834	0.3593	0.2014	0.0904	0.0286	0.9431
605	0.0407	0.1173	0.2315	0.7331	0.3107	0.0747	0.8891	0.5846	0.36	0.2004	0.0902	0.0285	0.9558
610	0.0408	0.1049	0.3002	0.7417	0.3658	0.0723	0.8921	0.5805	0.3589	0.2008	0.0904	0.0285	0.9635
615	0.041	0.0965	0.3739	0.7496	0.4294	0.0705	0.8950	0.5820	0.3580	0.2007	0.0903	0.0286	0.9624
620	0.041	0.0902	0.4494	0.7589	0.4914	0.0705	0.8941	0.581	0.3576	0.2002	0.0904	0.0288	0.9613

【 0 1 1 8 】

【 表 4 】

625	0.0411	0.0883	0.5116	0.7631	0.5491	0.07	0.8949	0.582	0.3574	0.2003	0.0897	0.0289	0.9452
630	0.0413	0.083	0.5647	0.7563	0.6042	0.0693	0.8941	0.5786	0.3556	0.1991	0.089*	0.0289	0.9291
635	0.0416	0.081	0.6068	0.7444	0.6491	0.0693	0.8938	0.5783	0.3543	0.1973	0.0889	0.0268	0.9444
640	0.0421	0.0791	0.6336	0.7332	0.6861	0.0695	0.8941	0.577	0.3525	0.1971	0.0885	0.029	0.9596
645	0.0427	0.0769	0.6514	0.7814	0.7199	0.0699	0.8978	0.5784	0.3533	0.1972	0.088	0.0261	0.9442
650	0.0428	0.0752	0.6674	0.7881	0.7417	0.0705	0.8974	0.5752	0.3516	0.1965	0.0883	0.0294	0.9287
655	0.0432	0.0745	0.6793	0.7944	0.7624	0.0713	0.8991	0.5759	0.352	0.1955	0.0885	0.0298	0.941
660	0.044	0.0741	0.6835	0.8006	0.782	0.0728	0.9024	0.5762	0.3509	0.1961	0.0885	0.0302	0.9532
665	0.0444	0.0743	0.6895	0.8008	0.7943	0.0742	0.9034	0.5782	0.3498	0.1956	0.0886	0.0304	0.9766
670	0.0442	0.075	0.695	0.8035	0.7984	0.075	0.9038	0.5733	0.3499	0.1938	0.0879	0.0304	1.0000
675	0.0442	0.075	0.6991	0.807	0.8019	0.0744	0.9025	0.5744	0.3478	0.194	0.0875	0.0309	0.9812
680	0.0447	0.0757	0.7031	0.808	0.8057	0.074	0.9049	0.5715	0.3479	0.1933	0.0877	0.0305	0.9625
685	0.0448	0.0783	0.7011	0.813	0.8054	0.0731	0.898	0.5703	0.3456	0.1933	0.087	0.0312	0.9054
690	0.045	0.0798	0.7044	0.8132	0.8113	0.0724	0.8995	0.5712	0.3463	0.1923	0.0871	0.031	0.8483
695	0.0456	0.0823	0.7079	0.8177	0.8113	0.0716	0.902	0.5702	0.3452	0.1919	0.087	0.032	0.8688
700	0.0463	0.0847	0.7119	0.8166	0.8155	0.0708	0.9028	0.5681	0.3443	0.1904	0.0869	0.0317	0.8894
705	0.0474	0.0869	0.7106	0.8186	0.823	0.0696	0.9024	0.5687	0.3432	0.1918	0.0871	0.0324	0.8966
710	0.0489	0.0889	0.7129	0.8173	0.8234	0.0697	0.9016	0.5642	0.3429	0.192	0.0869	0.032	0.9018
715	0.0494	0.0892	0.7143	0.8224	0.827	0.0693	0.9041	0.5647	0.3409	0.1906	0.0859	0.0323	0.924
720	0.0506	0.0891	0.7165	0.8238	0.8306	0.0703	0.9066	0.566	0.3407	0.1896	0.0863	0.0324	0.7461
725	0.0536	0.0889	0.7168	0.8274	0.8371	0.0735	0.9068	0.5665	0.341	0.1896	0.0861	0.0325	0.793
730	0.056	0.0871	0.7201	0.8249	0.8414	0.0767	0.8987	0.5631	0.3408	0.1905	0.0855	0.0328	0.8399
735	0.0582	0.0877	0.7185	0.8268	0.8402	0.0819	0.9005	0.5631	0.3389	0.1893	0.0854	0.0333	0.8693
740	0.0622	0.0893	0.7188	0.8325	0.8457	0.0889	0.9016	0.5618	0.3365	0.1892	0.0855	0.0331	0.8988
745	0.0704	0.092	0.7206	0.8397	0.8551	0.1006	0.907	0.5628	0.337	0.1887	0.0858	0.0335	0.8291
750	0.0802	0.0957	0.7254	0.8356	0.8614	0.1189	0.9066	0.5631	0.3374	0.1881	0.0857	0.0335	0.7595

CIE標準光源D50を参照する、テストに使用するマ
クベスカラーチェッカーチャートの、CIE1976C
IELAB値とa、bクロマ及び色相角。

【0119】

【表5】

表2

	L*	a*	b*	C*	h _{ab}
白い肌色	37.297	14.5179	15.3613	21.1362	46.6168
明るい肌色	66.4792	16.6964	17.2205	23.9858	45.8853
青空	50.4873	-5.1851	-22.1537	22.7524	256.827
葉色	42.8725	-13.5891	22.0558	25.906	121.6381
青い花	56.3265	8.469	-25.4254	26.7988	288.4225
青緑	71.3796	-32.581	0.8015	32.5909	178.5909
緑シ	61.9097	35.54	59.3904	69.2121	59.1031
紫がかった青	39.9229	9.3015	-43.7725	44.7498	281.9967
中位の赤	51.932	47.0787	15.474	49.5566	18.1948
紫	30.2374	22.2276	-22.5683	31.6764	314.5642
黄緑	72.7068	-22.4735	57.1065	61.3695	111.4814
緑シがかった黄色	72.3728	20.5452	67.7536	70.8002	73.1309
青	29.2171	16.1802	-51.1352	53.634	287.5584
緑	55.3537	-38.2105	33.9122	51.0889	138.4107
赤	41.3822	54.8705	26.3132	60.8536	25.6201
黄	82.0074	4.8501	79.388	79.536	86.504
黄シ	51.7415	48.0079	-14.8653	50.2567	342.7952
シ	50.3764	-29.4406	-27.2852	40.1401	222.824
白	95.5258	-0.4069	2.0886	2.1279	101.0248
中性 8	80.796	0.0544	-0.112	0.1245	295.8809
中性 6.5	66.3999	-0.1351	0.0419	0.1415	162.7723
中性 5	51.6319	0.3456	0.317	0.4689	42.5292
中性 3.5	35.8927	0.0934	0.4881	0.497	79.1645
黒	19.5112	0.1518	-0.0084	0.1521	356.8186

変換処理画本発明の色改善メトリックに合うかどうかを
決定するために、1つ又はそれ以上の以下の文が当ては
まる場合には、ターゲットと見つけるべき再生されるC
IELAB値の間の以下の比較を行う。

【0120】a) 最大色相回転が15度に制限され、マ
クベスカラーチェッカーの葉色パッチを含む色空間の領
域内の色が、高い色相角に向かって一貫して且つ滑らか
にシフトされ、それにより、CIE標準光源D50に対
するCIELABに関して表現され、領域は葉色パッチ
の色相角h_{a b}の10-40度下と上の色相ラインによ

り領域を付され、そして、少なくとも葉色パッチから、
10 CIE1976 a、bクロマ及び輝度単位だけ異
なる色を含む。

【0121】b) 上述のステップa) で与えられた領域
内の色は、一貫して且つ滑らかに、115と135のC
IE1976 a、b色相角の間の色相の中心に向かって
移動される。

【0122】c) 最大色相回転が15度に制限され、マ
クベスカラーチェッカーの青空色パッチを含む色空間の
領域内の色が、高い色相角に向かって一貫して且つ滑ら

かにシフトされ、それにより、CIE標準光源D50に対するCIELABに関して表現され、領域は青空色パッチの色相角の10-40度下と上の色相ラインにより領域を付され、そして、少なくとも青空色パッチから、10 CIE1976a, bクロマ及び輝度単位だけ異なる色を含む。

【0123】d) 上述のステップc) で与えられた範囲内の色相の色は、一貫して且つ滑らかに、250と267のCIE1976a, b色相角の間の色相の中心に向かって移動される。

【0124】e) 最大色相回転が10度に制限され、マクベスカラーチェッカーの黄色パッチを含む色空間の領域内の色が、低い色相角に向かって一貫して且つ滑らかにシフトされ、それにより、CIE標準光源D50に対するCIELABに関して表現され、領域は黄色パッチの色相角の10-20度下と上の色相ラインにより領域を付され、そして、少なくとも黄色パッチから、10 CIE1976a, bクロマ及び輝度単位だけ異なる色を含む。

【0125】f) マクベスカラーチェッカーの2つの肌色階調パッチを含む色空間の領域内の色が、40度と50度の間の色相角 h_a, b に向かって一貫して且つ滑らかに移動され、それにより、CIE標準光源D50に対するCIELABに関して表現され、領域は2つの肌色階調パッチの色相角の10-30度下と上の色相ラインにより領域を付され、そして、2つの肌色階調パッチから、10-30 CIE1976a, bクロマ単位及び少なくとも10輝度単位だけ異なる色を含む。

【0126】g) 色相が色相ラインに向かって一貫して且つ滑らかに移動され又は、色空間の全体の部分が1つの方向に一貫して且つ滑らかにシフトされる局部色操作が行われ、それにより、CIE標準光源D50に対するCIELABに関して表現され、影響を受ける領域は、10-60度の色相角範囲をカバーし、そして、少なくとも15 CIE1976a, bクロマ及び輝度値だけ異なる色を含む。

【0127】更に加えて、以下の5つの文が、当てはまらねばならない。

【0128】a) 画像は、原シーンの色とシーンの色のデジタル表現の間のCIE1976の色の差 ΔE^* _{a, b}が、平均で5以下であり、マクベスカラーチェッカー上の色に対して最大が12であり、そして、2つの肌色階調パッチに対して最大が5のように、画像捕捉媒体上に及び/又はシーンパラメータを捕捉できる装置で捕捉された。

【0129】b) シーンのデジタル表現のクロマ値は、再生された画像とマクベスカラーチェッカーの2つの肌色階調パッチに対する原シーンとのCIE1976a, bクロマ比が、葉色及び空色パッチに関するよりも低い又は、等しいように、スケーリングされた。

【0130】c) 中性、肌色、空色及び、葉色パッチを含まないマクベスカラーチェッカーのパッチのクロマに対するスケーリング係数が、再生されたパッチと少なくとも1つのこれらのパッチの元とのCIE1976a, bクロマの比が、少なくとも、葉色と空色のパッチの高いクロマ比と同じくらい高く、且つ、少なくとも2つのこれらのパッチのクロマ比は、2つの肌色階調パッチの最大のクロマ比と同じくらい高いように、選択される。

【0131】d) マクベスカラーチェッカーの全てのカラーパッチの再生と元のCIE1976a, bクロマ比の標準偏差は、中性パッチを除き、0.4以下である。

【0132】e) 階調度変換が与えられる。即ちパッチの再生されたCIE1976輝度L* は、シーン輝度値の、滑らかな、単調な関数である。

【0133】更に加えて、以下の文が当てはまりうる。

【0134】色空間のどのような領域の輝度も、全体的な階調度変換から得られるであろう結果と比較して、最大CIE1976輝度差3-10で滑らかに且つ一貫して変更され、それにより、CIE標準光源D50に対するCIELABに関して表現され、領域はマクベスカラーチェッカーの11の高いクロマパッチのいずれの色相角の10-40度下と上の色相ラインにより領域を付され、且つ、これらのパッチの1つから少なくとも10 CIE1976a, bクロマ及び輝度単位だけ異なる色を含む。

【0135】色相、輝度及びクロマに関するいずれの領域文も、捕捉装置の前に色補正フィルタの組み(10R, 20R, 30R, 5G, 10G, 20G, 30G, 10B, 20B, 30B, 10C, 20C, 30C, 10M, 20M, 30M, 10Y, 20Y, 30Y)を配置することにより、テストされることができる。この場合には、捕捉されたシーンコード値とシーンの色のデジタル表現との間の同じ変換が、フィルタなしで捕捉されたマクベスカラーチェッカーに対して使用されねばならない。フィルタスペクトルを含む、XYZ目標値と再生されたXYZ値の計算は、前述のように行われる。この場合には、プリントの色バランスは、フィルタなしのターゲットの再生に関して同じであるにちがいない。このように、本発明のの残りのクレームをテストするために、チャートの元の色の周りの色の環状が形成される。

【0136】図21を参照し、本発明に従ってカラーネガティブフィルムからどのように好ましい色再生を伴う反射プリントが生成できるかの例を説明する。シーン120は、122で、(図示していない)単一レンズ反射カメラにより、コダックカラーゴールド400-ジェネレーション6フィルムに捕捉される。フィルムは、平均輝度が1600cd/m²の平均輝度レベルの平均昼光照明下で露光される。フィルムは、124で、コダックフレキシカラーC41プロセスで現像される。画像は、126で、コダックCLASデジタルフィルムス

キャナを使用して操作されそして、スキャナのRGBコード値は、128で、例えば、ペンティアム（登録商標）IIIプロセッサであるワークステーションのハードドライブに蓄積される。処理シーケンスは、以下のような、幾つかの1次元又は3次元のルックアップテーブルとスカラーシフトの連結よりなる。

【0137】1. スキャナコード値130は、カラーネ

$$\begin{bmatrix} r_E \\ g_E \\ b_E \end{bmatrix} = 0.01 \cdot \begin{bmatrix} 1.3460 & -0.2556 & -0.0511 \\ -0.5446 & 1.5082 & 0.0205 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

【0139】

$$X_E = \begin{cases} 0 & x_E \leq 0 \\ I_{\max} \frac{\log E_t - \log E_{\min}}{\log E_{\text{clip}} - \log E_{\min}} \frac{x_E}{E_t} & 0 < x_E \leq E_t \\ I_{\max} \frac{\log x_E - \log E_{\min}}{\log E_{\text{clip}} - \log E_{\min}} & E_t < x_E \leq E_{\text{clip}} \\ I_{\max} & x_E > E_{\text{clip}} \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 x_E は、式(1)から計算された r_E 、 g_E 又は、 b_E を示し、 $I_{\max} = 4096$ 、 $E_{\text{clip}} = 316$ 、 $E_{\min} = 0.001$ 、 $E_t = 0.002718$ であり、 \log は10を底とする対数を示す。3D LUT134は、コダックフレキシカラーC41で現像されそして同じコダックCLASデジタルフィルムスキャナで同様に走査された、既知のスペクトル分布と露光のテスト露光の組みから構成できる。

【0140】2. シーンバランスアルゴリズム136が画像に適用される。シーンバランスアルゴリズムは、シーンの20%グレーがの等価な出力コード値1713にマップされることを保証すべきである。この基準に合えば、シーンは完全に色と明るさに関してバランスされる。不運にも、自動的シーンバランスアルゴリズムは、上述の要求に従ったシーンの完全な中性バランスを得ない。本発明の枠組みでの精度は、シーンの95%（昼光と電子的フラッシュ露光）が、目標からCIE1976a, bクロマ差が5以内であり、且つ目標からCIE1976L*差が5以内でバランスされれば、十分である。この点で、シーンの色のデジタル表現を得る。CIE標準光源D50と上述の基準に従った完全な中性バランスを仮定すると、テストセクションで概要説明した手順に従ったシーン内で測定されたCIELAB値と、これらの色のデジタル表現の間の平均CIE1976色の差は $\Delta E^*_{ab} = 3$ である。

【0141】3. 3次元ルックアップテーブルは、ステップ1と2から得られたシーン露光をプロファイル接続空間(PCS)135内で符号化された好ましい視覚的再生へマップする。この変換は、符号化されたシーンの露光と再生物、0.5%の目に見えるフレアを有する100cd/m²のオーダーの平均輝度レベルでの平均屋内環境内で見ることが意図された写真紙上の反射プリント、の表色の間の以下の関係を生じる。変換は、CIE

ガティブフィルムに記録される全ての色を包含する、大きなガンマウト(gamut)RGB色空間132にマップされる。この空間のデータメトリック X_E は、以下の式の組みを使用して、CIE標準光源D50, X, Y, Zの下で、CIEXYZ値から計算できる。

【0138】

【数3】

【数4】

$$\begin{aligned} x_E &\leq 0 \\ 0 &< x_E \leq E_t \\ E_t &< x_E \leq E_{\text{clip}} \\ x_E &> E_{\text{clip}} \end{aligned}$$

標準D50光源を参照する、シーンのCIELAB値と再生物のCIELAB値の間の関係として表される。

【0142】(a) マクベスカラーチェッカーチャートの葉色パッチは、125度のCIE1976a, b色相角に移動された。CIE1976a, bクロマ距離が20内であつL*差が20内のシーンの色は、一貫して且つ滑らかに127度のCIE1976a, b色相角へ移動される。

【0143】(b) マクベスカラーチェッカーチャートの空色パッチからの色からの、CIE1976a, bクロマ距離が20内であつL*差が20内のシーンの色は、一貫して且つ滑らかに256度のCIE1976a, b色相角へ移動される。

【0144】(c) マクベスカラーチェッカーチャートの明るい肌色パッチからの色からの、CIE1976a, bクロマ距離が20内であつL*差が30内のシーンの色は、一貫して且つ滑らかに47度のCIE1976a, b色相角へ移動される。

【0145】(d) マクベスカラーチェッカーチャートの黄色パッチからの色からの、CIE1976a, b色相角の差が10度内であつL*差が30内のシーンの色は、一貫して且つ滑らかに最大シフトが5度の低いCIELAB色相角へシフトされる。

【0146】(e) 中性点($a^* = b^* = 0$)からCIE1976a, bクロマ距離が10以内の色のCIE1976a, bクロマ値は、1.2のファクタでスケールされる。

【0147】(f) マクベスカラーチェッカーチャートの明るい及び暗い肌色階調パッチからの、CIE1976a, bクロマ距離が15内であつL*距離が30内のシーンの色のCIE1976クロマa, b値は、1.25のファクタでスケールされる。

【0148】(g) 20以上のCIE1976a, bク

ロマ値を有する他のシーンの色は、1.4のファクタでスケールリングされる。色相とクロママッピングを図19に示す。

【0149】(h) マクベスカラーチャッカーチャートの赤色パッチからの、CIE1976a, bクロマ距離が25内でかつ明るさ距離が30内のシーンの色の明るさは、一貫して且つ滑らかに、4CIE1976L*単位の最大値により減少される。

【0150】(i) 全体的な階調度は適用された。この階調度は、図20に示すようにマクベスカラーチャッカーチャートの中性パッチの明るさを変更する。シーン内の又は生成物内の所定の光源下の100%の白色ディフューザは、 $L^* = 100$ に対応する。

【0151】シーンの色から項目(a) - (g)内に載せられた再生された色の色相とクロママッピングは、CIELABプロットの形式で図22に示されている。矢印の頭部(シンボル)は再生された色に対応する。図23は、マクベスカラーチャッカーの中性パッチのシーンの濃度が、どのように、項目(i)で述べた全体的な階調度にしたがって再生物の視覚的濃度にマップされるかを示す。

【0152】1. PCSデータは、PCSで規定された所望の視覚的再生を生成するプリンタコード値138へ変換される。これは、1次元及び3次元のLUTの結合により達成される。この変換は、CIELABD50色相角を維持する方法を使用して、ガンマウト(gamut)マッピングも行う。装置コード値は、コダックデジタルIIIハロゲン化銀紙142がロードされたコダックデジタルサイエンスLFCRTプリンタを駆動する。紙は、本発明で規定されるシーンの視覚的再生144を生成するために、RA4プロセス140で処理される。例の中で説明したように発生された画像の80パーセントは、対の比較で、現在のハロゲン化銀カラーフィルム/紙システムにより発生された画像を超えて好まれた。

【0153】図24を参照し、本発明に従ったデジタルカメラからどのように好ましいカラー再生を伴う反射プリントが生成できるかの例を説明する。シーン120は、コダックDC265デジタルカメラ146を使用して捕捉される。カメラは、画像ストレージに関するPCMCIAカードを装備する。画像はPCMCIAカードリーダー148を使用して、パーソナルコンピュータ150へアップロードされる。コンピュータは、例えば、ワールドワイドウェブのようなネットワークへのアクセスを有し、それにより、画像は更なる処理のためにワークステーション128へ伝送されることができる。コダックフォトネットオンラインサービスは、この処理に使用できる。画像RGB値は、例1の式(1)(2)内で定義されたシーンの色のRGB値132へ変換される。この変換は、ICCプロファイル152として行わ

れる。好まれる色操作と出力動作は、バランスされたシーンの色のRGBからPCS134への変換と、PCSからCMYプリンタコード値136への変換はICCプロファイル152の形式で実行されたことを除いては、例1内で行われた。

【0154】本発明は、スキャナのようなデジタル画像源、デジタル画像を処理するようにプログラムされたコンピュータ、及び、熱及びインクジェットプリンタのような出力装置を含む画像処理システムで実行されることが好ましい。本発明の方法は、本発明のステップを実行するコンピュータコードを生じるコンピュータ読出し可能な蓄積媒体を含むコンピュータプログラム製品として販売され得る。コンピュータ読出し可能な蓄積媒体は、例えば、磁気ディスク(例えば、フロッピーディスク)又は磁気テープのような磁気蓄積媒体、バーコード、ランダムアクセスメモリ(RAM)又は読出し専用メモリ(ROM)のような固体電子蓄積装置、又は、コンピュータプログラムを蓄積するために再よされている他の物理的装置又は媒体を含む。

【0155】本発明は、ある好適な実施例を特に参照して詳細に説明したが、しかし、本発明の範囲内で種々の変化及び変形が行われ得ることは理解されよう。例えば、色相と明るさ変換とクロマスケールリングは、1つの色空間から他の色空間へ変更を行う、以下の、マトリクス、多項式、分析的関数、シフト及び、スケールファクタ、及び/又はN次元ルックアップテーブルの1つ又はそれ以上を使用して実行されることができる。これらの数学的動作は、ICCプロファイルの連続により行うこともできる。更に加えて、色相と明るさ変換とクロマスケールリングを、どのような順序でも行うことができ、そして、幾つかの所望の操作は1つのステップで、例えば、明るさ変換とクロマスケールリングは階調度のアプリケーション内で結合され、行うことができる。

【0156】

【発明の効果】本発明により、改善された色再生を生成する改善された画像処理法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】現在の民生用カラーネガティブ/ポジティブシステムの色相再生能力を示すプロットを示す図である。

【図2】本発明を実行するのに有益な一般的化されたデジタル色再生法を示すブロック図である。

【図3】カラーネガティブフィルム上に捕捉された画像を処理するためのデジタル画像処理システムのブロック図である。

【図4】デジタルカメラにより捕捉された画像を処理するためのデジタル画像処理システムのブロック図である。

【図5】民生用カラーネガティブフィルムの色捕捉精度を示すプロットを示す図である。

【図6】色相とクロマ操作に関する定義を説明するのに

有益な図である。

【図7】色空間の領域内で色を一貫して且つ滑らかにシフトする動作を示すプロットを示す図である。

【図8】色相ラインに向かって一貫して且つ滑らかに色を移動する動作を示すプロットを示す図である。

【図9】色再生システムの特徴を示すブロック図である。

【図10】好適に再生されたテスト色の定義を示すブロック図である。

【図11】プリンタの特徴を示す図である。

【図12】好適な色が再生できるようにするスキャナコード値の変換の構成を示すブロック図である。

【図13】処理の変化性を有しないシステム内でCIELABa*/b*値の正規のグリッドに対する望ましい色相シフトを示すプロットを示す図である。

【図14】処理の変化性を有するシステム内でCIELABa*/b*値の正規のグリッドに対する望ましい色相シフトを示すプロットを示す図である。

【図15】クロマ操作の好適な規則に従わないシステムに対する、マクベスカラーチェッカーのシーンカラーに対する、再生された色のCIELABクロマ比を示すプロットを示す図である。

【図16】本発明に従ってクロマ操作が行われたシステムに対する、マクベスカラーチェッカーのシーンカラーに対する、再生された色のCIELABクロマ比を示すプロットを示す図である。

【図17】反射プリントを生成する民生用写真システムに関する好適な階調度の範囲を示すプロットを示す図である。

【図18】図17の示す階調度の傾斜を示すプロットを示す図である。

【図19】ハロゲン化銀反射媒体上に再生された赤色に対する好適な色変換を示すプロットを示す図である。

【図20】画像再生システムの色と階調再生を決定するためのテスト手順を示すブロック図である。

【図21】本発明に従った画像処理の例を示すブロック図である。

【図22】図21の例に対する色相とクロママッピングを示すプロットを示す図である。

【図23】図22の例に対する、再生された輝度対シーン輝度を示すプロットを示す図である。

【図24】本発明に従った画像処理の例を示すブロック図である。

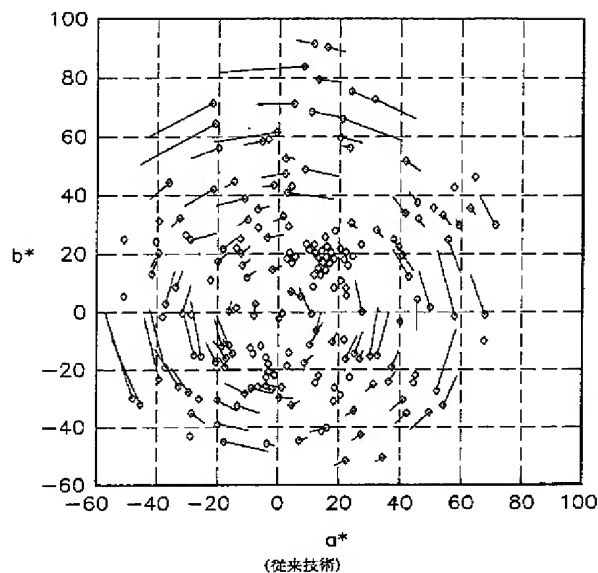
【符号の説明】

- 10 捕捉シーンパラメータステップ
- 12 変換シーンパラメータステップ
- 14 視覚的再生形成ステップ
- 16 フィルム露光及び処理ステップ
- 18 画像デジタル化ステップ
- 20 画像蓄積ステップ

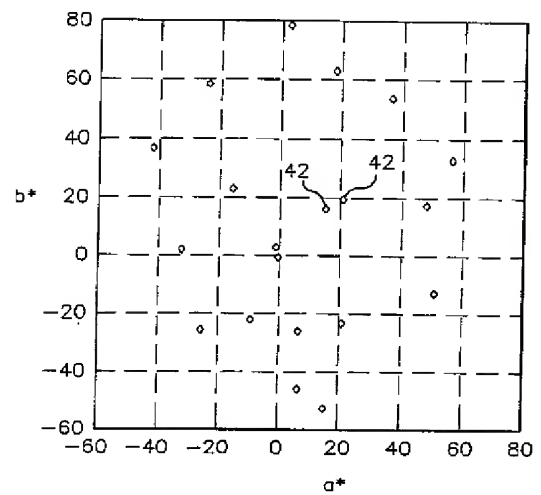
- 22 画像処理ステップ
- 24 画像アーカイブステップ
- 26 画像表示ステップ
- 28 反射プリント
- 30 デジタル画像捕捉ステップ
- 32 シーンパラメータ蓄積ステップ
- 34 シーンパラメータ読出しステップ
- 36 シーンパラメータ処理ステップ
- 38 画像表示ステップ
- 40 反射プリント
- 42 肌色階調パッチ
- 44 色相角
- 46 色相ライン
- 48 色空間領域
- 50 重心色
- 52 クロマ差
- 53 色相角範囲
- 54 色相ライン
- 56 色空間の葉色部
- 58 色空間の青空色部
- 60 色空間の肌色階調部
- 62 黄色色相
- 64、66、68、70 階調度
- 100、102 テストターゲット
- 103 光源
- 104 画像システム
- 106 シーン捕捉装置
- 108 変換ステップ
- 110 画像再生
- 112 ターゲット102の再生
- 114 ターゲット100の再生
- 116 低フレア放射計
- 120 シーン
- 122 シーン捕捉ステップ
- 124 フィルム現像ステップ
- 126 画像走査ステップ
- 128 ワークステーション
- 130 コード値
- 132 RGB色空間
- 134 3D LUT
- 135 プロファイル接続空間(PCS)
- 136 シーンバランスアルゴリズム
- 138 プリンタコード値
- 140 RA4プロセス
- 142 紙
- 144 視覚的再生
- 146 デジタルカメラ
- 148 PCMCIAカードリーダー
- 150 パーソナルコンピュータ
- 152 ICCプロファイル

- | | | | |
|-----|-----------------|-----|---------------|
| 154 | 光源 | 178 | 照明されたターゲット |
| 156 | テストターゲット | 180 | 再生されたテスト色 |
| 158 | 捕捉及び処理ステップ | 182 | 選択されたプリンタコード値 |
| 160 | 3色スキャナ | 184 | プリント設定 |
| 161 | シーンバランスアルゴリズム | 186 | 再生 |
| 162 | スキャナコード値のデータセット | 188 | スペクトル光度計 |
| 164 | 1次元ルックアップテーブル | 190 | 再生 |
| 166 | 画素値 | 192 | 変換 |
| 168 | デジタルプリンタ | 194 | プリンタコード値 |
| 170 | プリント | 196 | 逆変換 |
| 172 | スペクトル光度計 | 198 | スキャナコード値 |
| 174 | 再生 | 200 | 変換 |
| 176 | テレスペクトル放射計 | | |

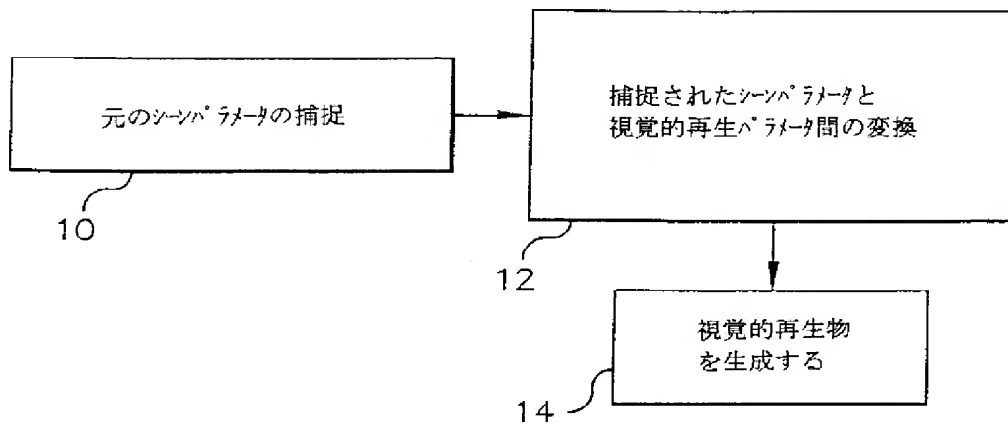
【図1】



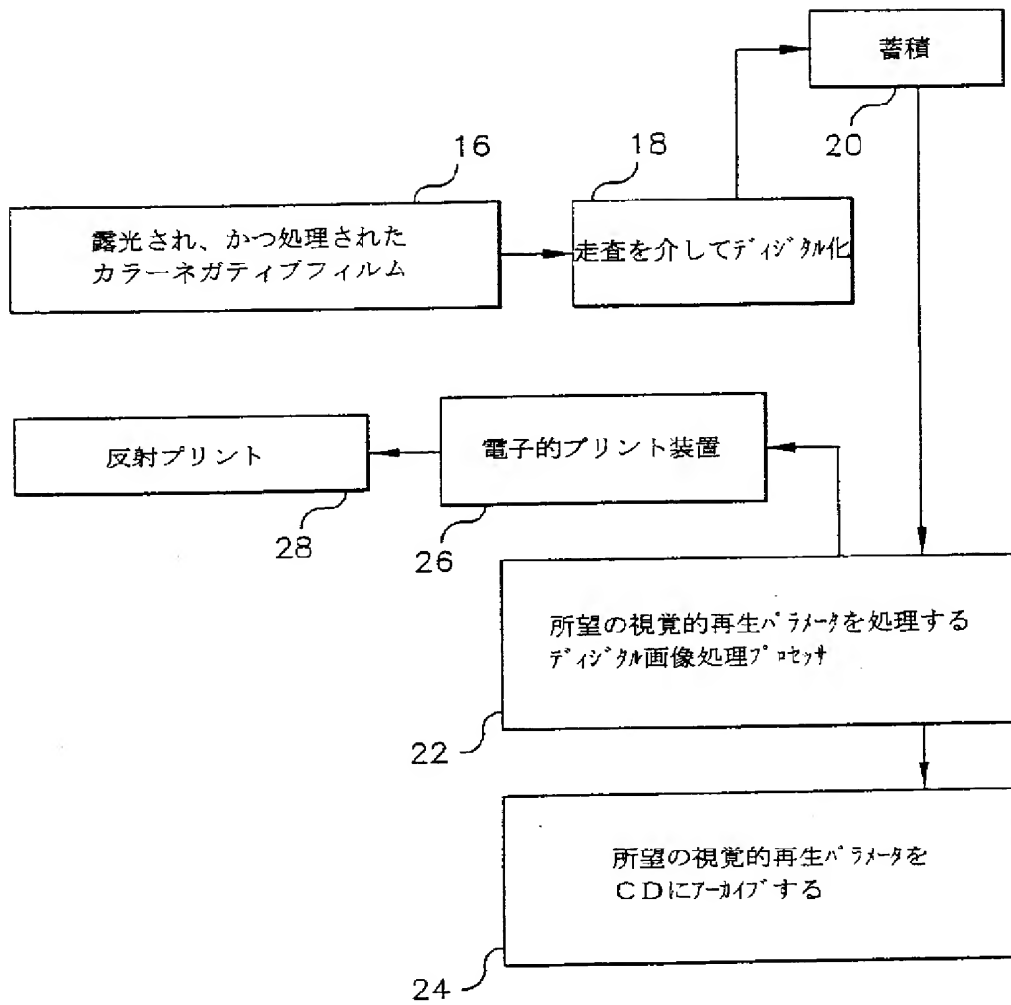
【図5】



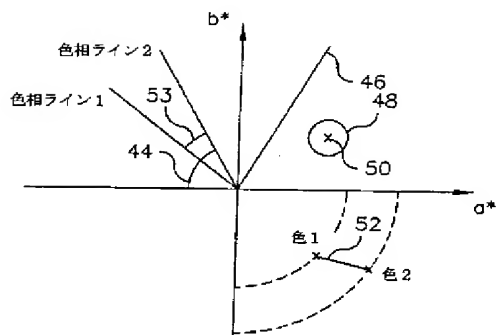
【図2】



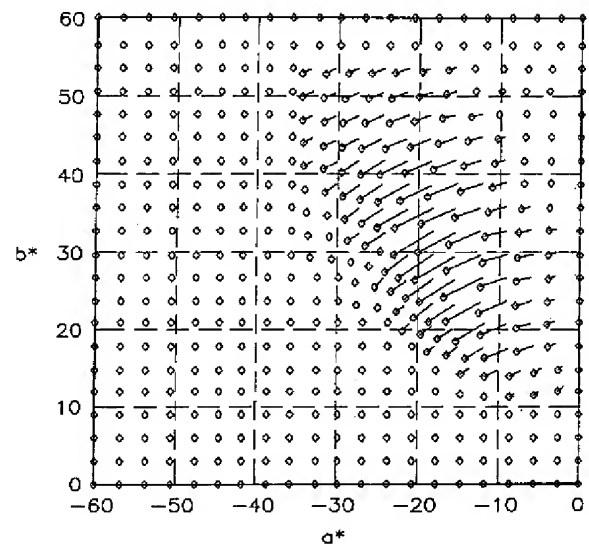
【図3】



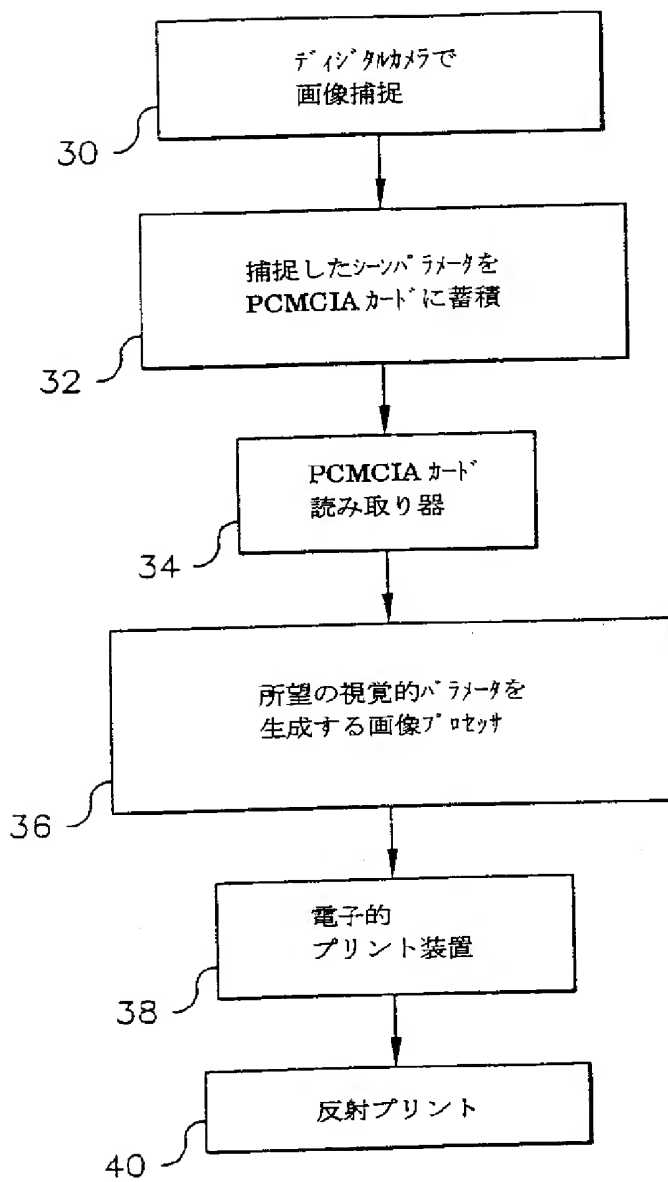
【図6】



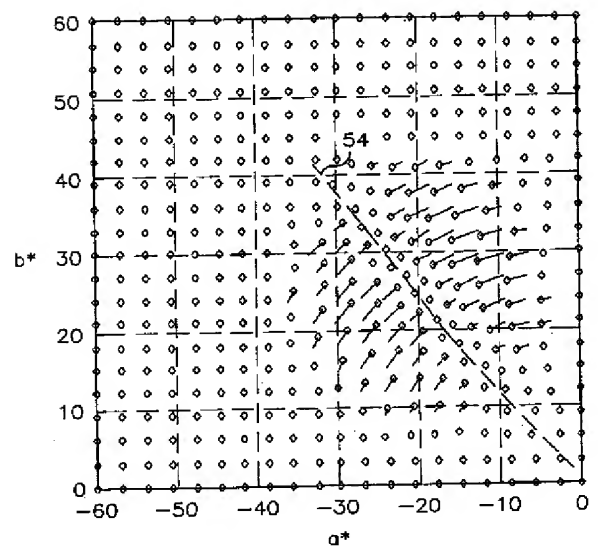
【図7】



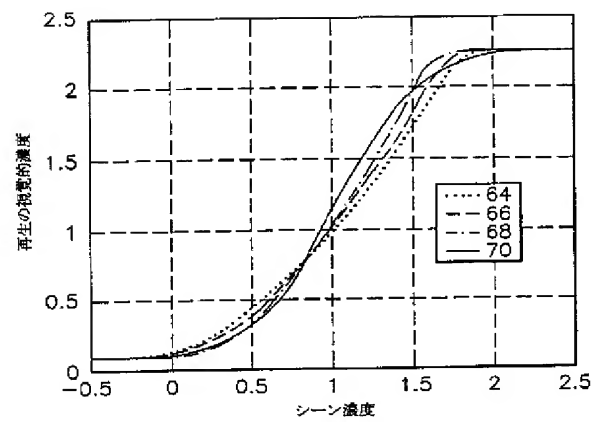
【図4】



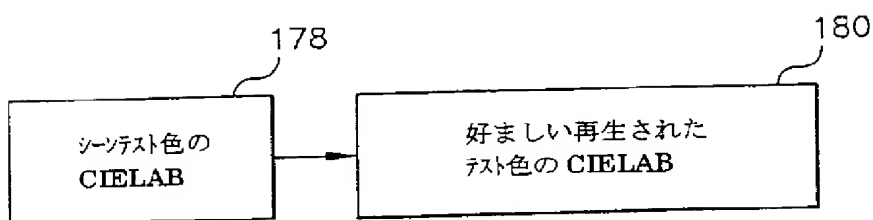
【図8】



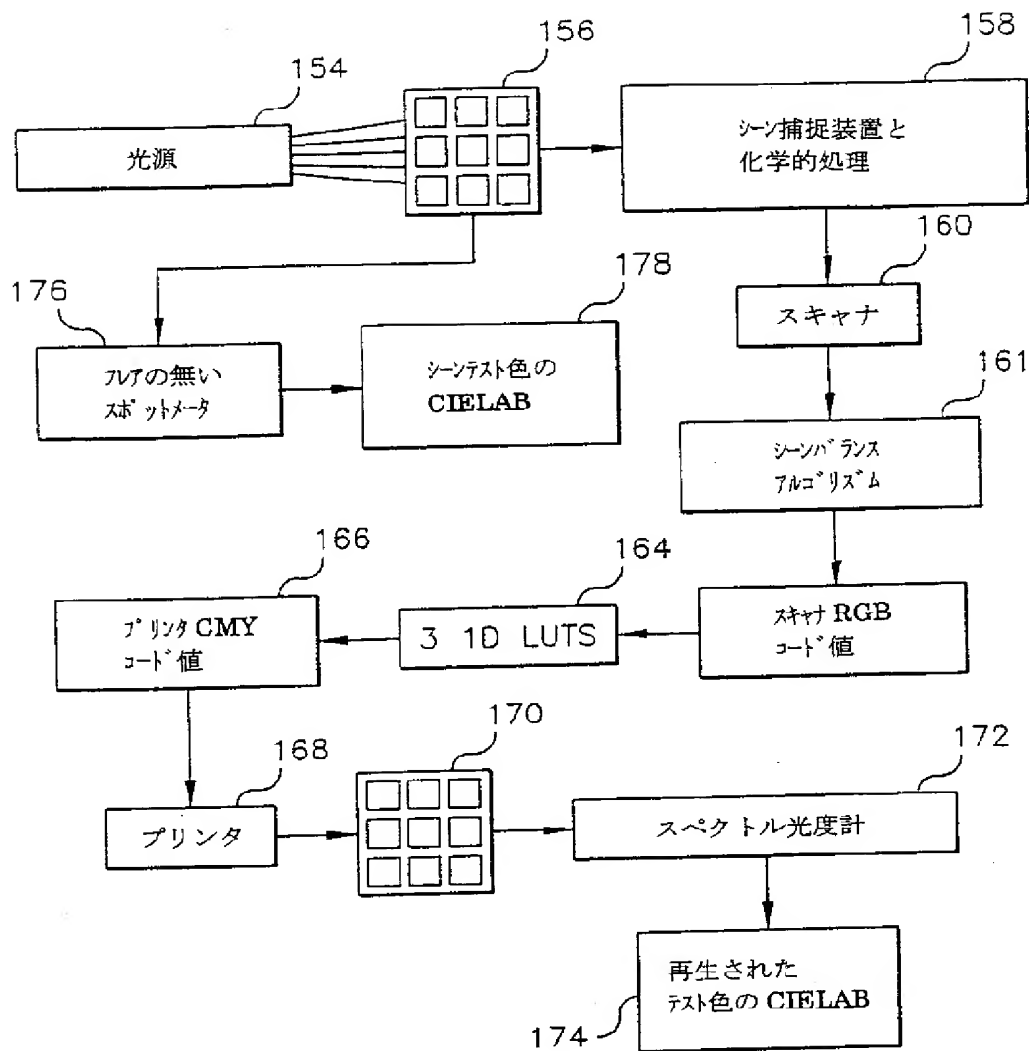
【図17】



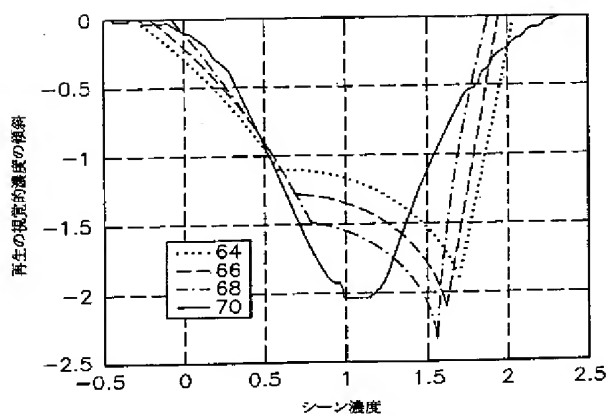
【図10】



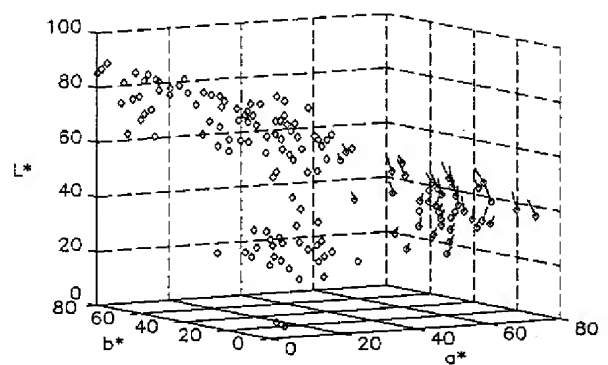
【図9】



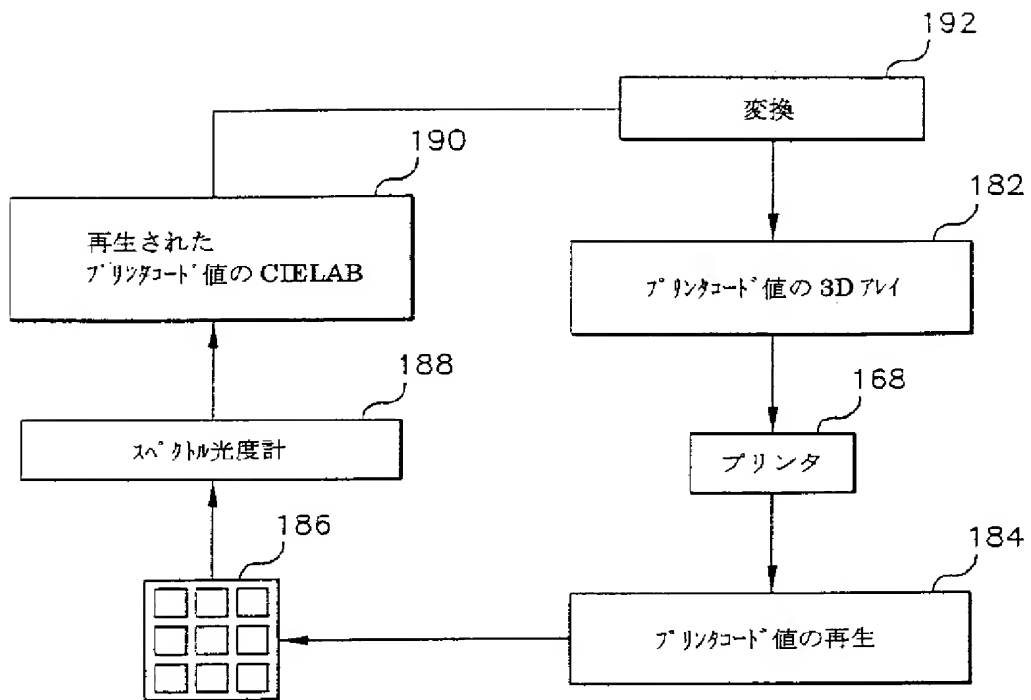
【図18】



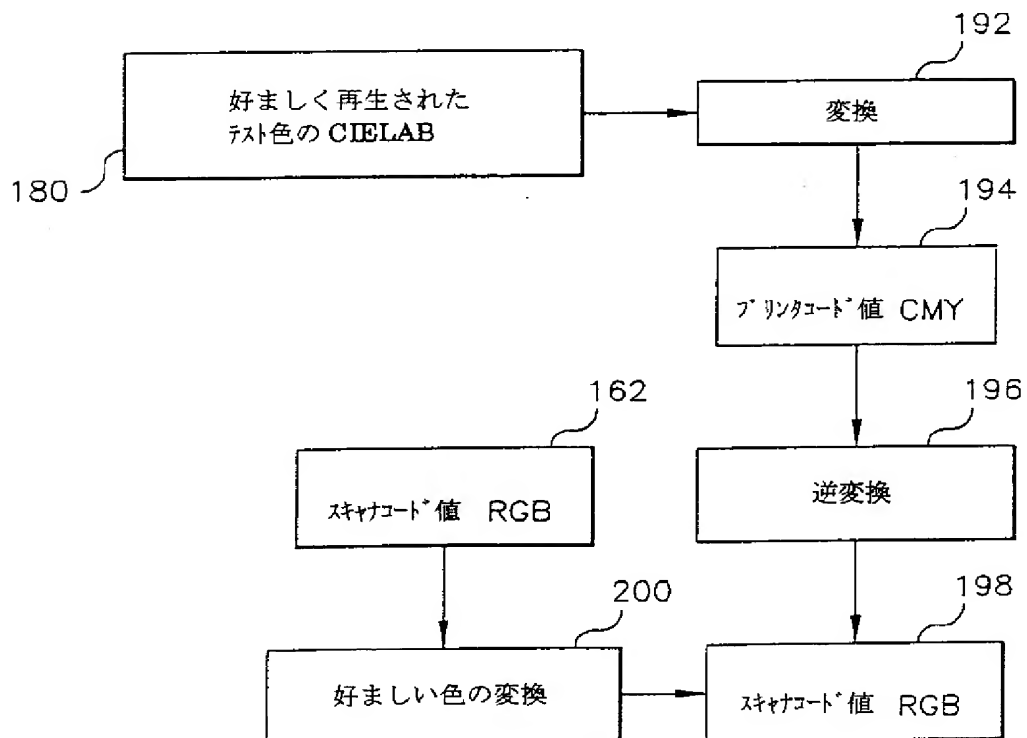
【図19】



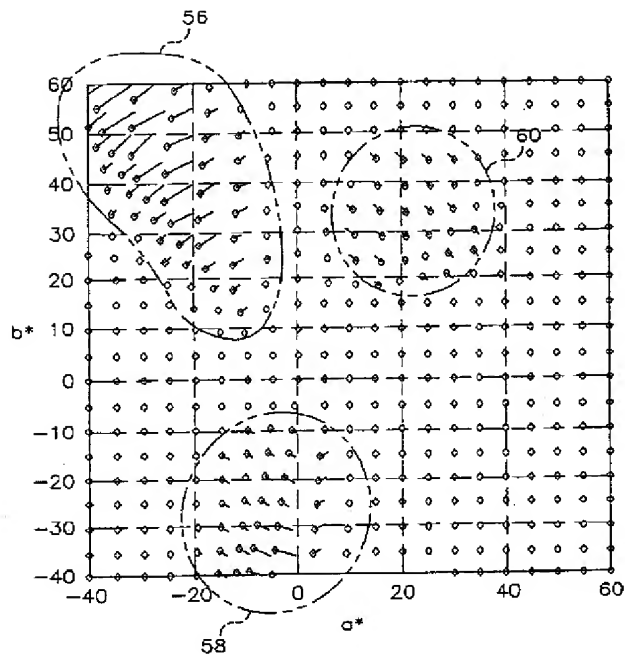
【図11】



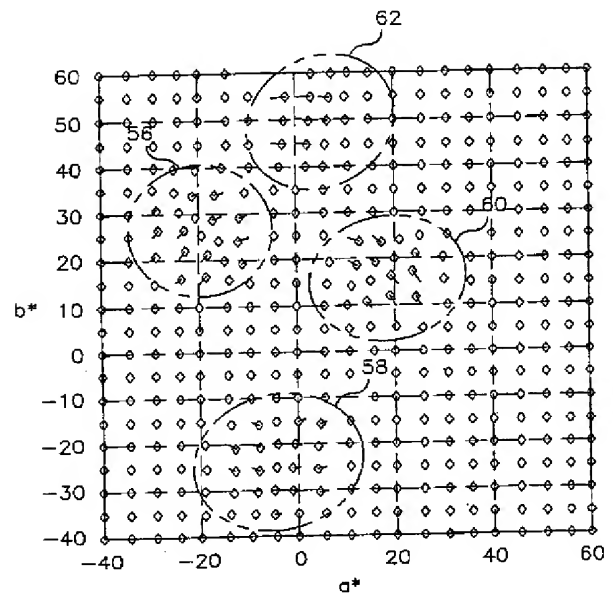
【図12】



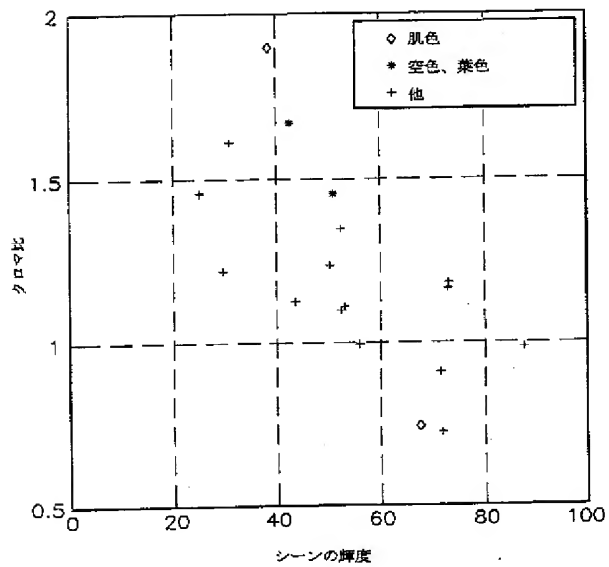
【図13】



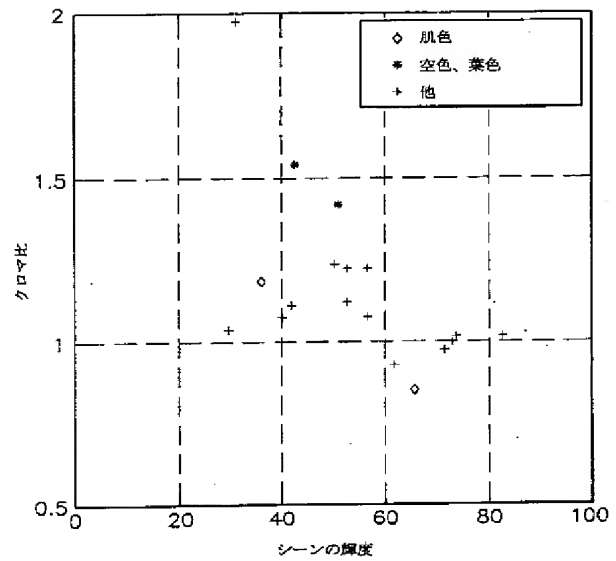
【図14】



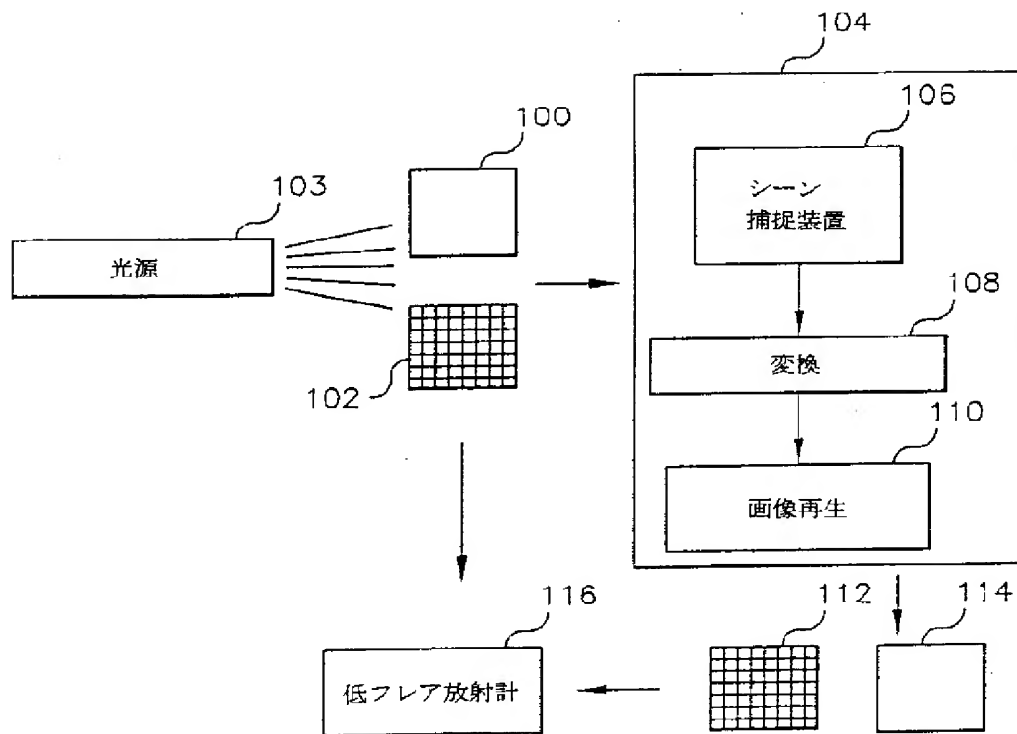
【図15】



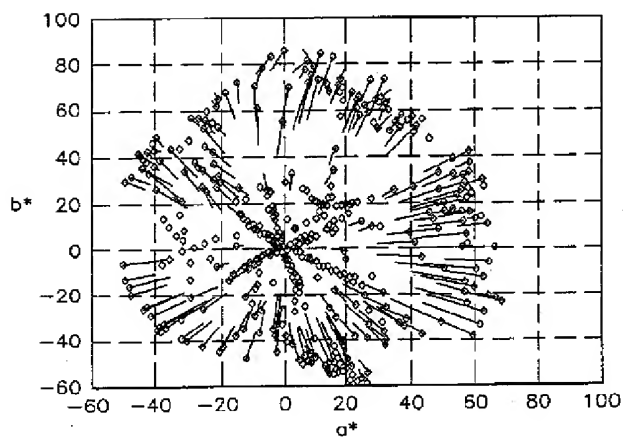
【図16】



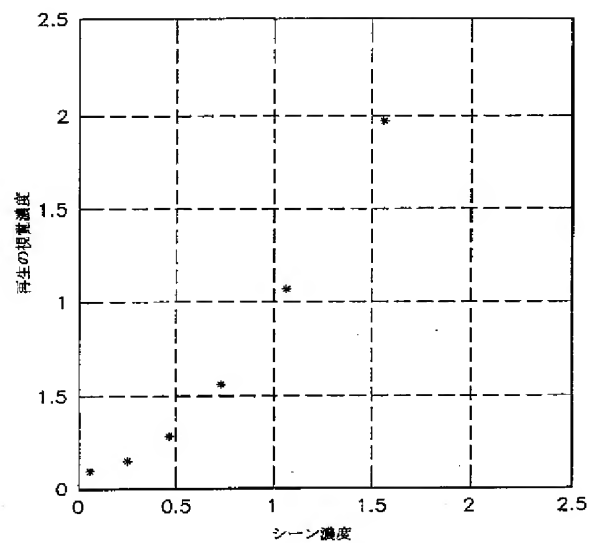
【図20】



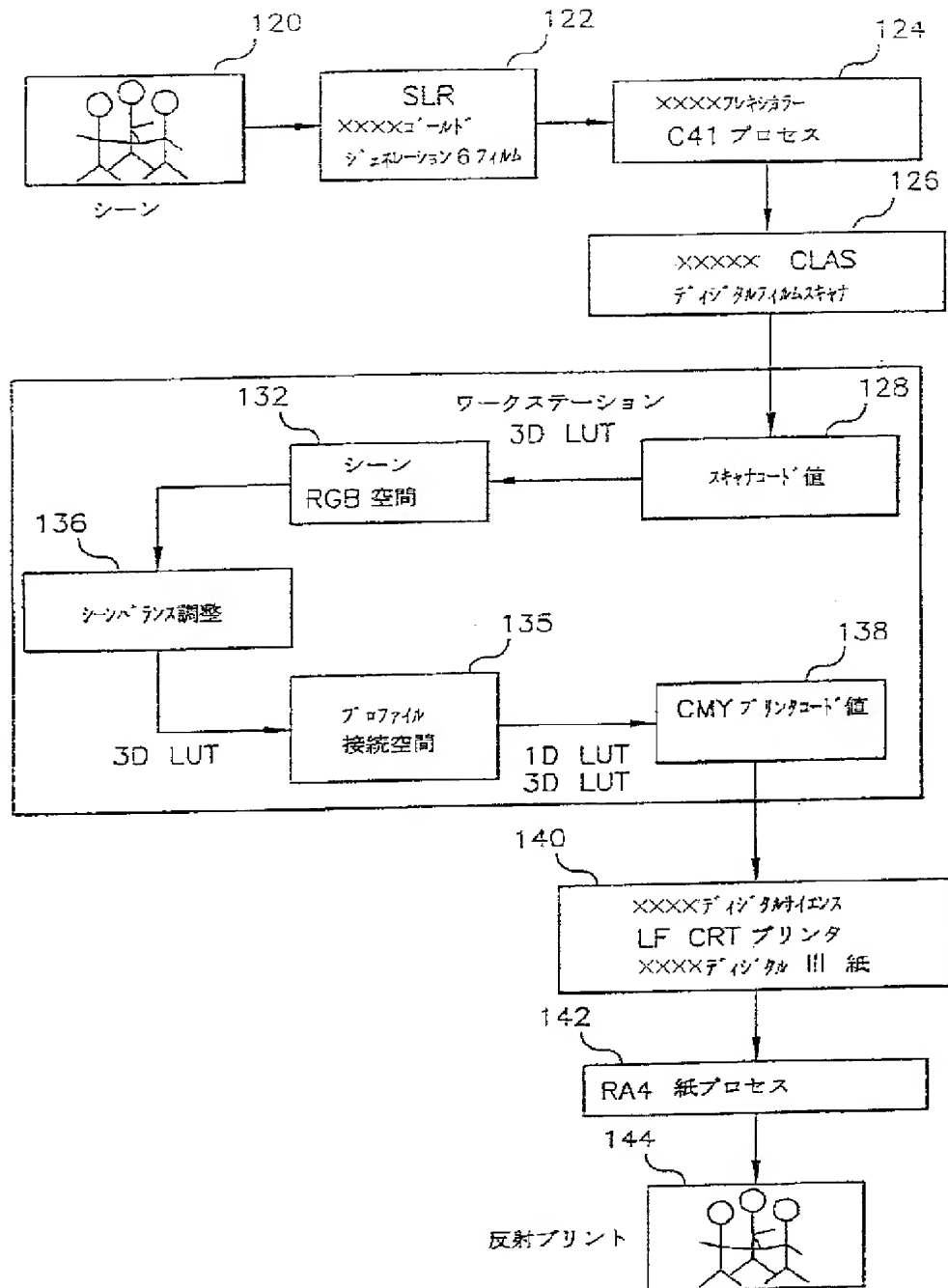
【図22】



【図23】



【図21】



【図24】

